



Российская Академия Наук

д.б.н. А.М. Кудрявцев
д.х.н. Б.П. Гогтих
М.А. Лобанова

Отделение биологических наук РАН-2016

Основные результаты научных исследований

Приведены основные результаты научных исследований, выполненных в 2015 году институтами и учреждениями, находящимися под научно-методическим руководством Отделения биологических наук РАН, а также перечни основных публикаций.

Москва 2017

УДК 001.8
ББК 72.6
О88

ISBN 978-5-906906-56-0

ВВЕДЕНИЕ

Отделение биологических наук РАН подготовило очередной ежегодный сборник с краткой информацией об основных результатах научных исследований и публикациях 2016 года.

Федеральный закон Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятый Государственной Думой 18 сентября 2013 г. и одобренный Советом Федерации 25 сентября 2013 г., изменил организационную структуру академических учреждений, подчинив институты и другие учреждения Российской академии наук, Российской академии медицинских наук и Российской академии сельскохозяйственных наук вновь созданному Федеральному агентству научных организаций (ФАНО) России.

Согласно принятому закону Российская академия наук осуществляет свою деятельность в целях обеспечения преемственности и координации фундаментальных и поисковых научных исследований, проводимых по важнейшим направлениям естественных, технических, медицинских, сельскохозяйственных, общественных и гуманитарных наук, экспертного научного обеспечения деятельности органов государственной власти, научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций высшего образования.

Институты и учреждения, находящиеся под научно-методическим руководством Отделения биологических наук РАН, согласно постановлению Президиума РАН от 23.12.2014 № 173, в 2016 году работали в рамках основных направлений «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.12.2012 № 2237-р.

Структура сборника соответствует организационной структуре Отделения биологических наук РАН и направлениям «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.». Названия институтов, региональных научных центров и региональных отделений РАН приведены без указания их правовой формы как федеральных государственных бюджетных учреждений науки.

Результаты научных исследований даны в редакции, представленной научными учреждениями.

СЕКЦИЯ ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ ОБН РАН

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД

им. И. Д. ПАПАНИНА РАН

Директор – доктор географических наук С. А. Поддубный

Направление 50. Биология развития и эволюция биосферы

Реконструирование древа жизни является интересной и крайне сложной задачей, поскольку о длительной эволюционной истории с момента возникновения жизни зачастую остались лишь запутанные филогенетические сигналы, которые можно попытаться восстановить в настоящее время. Одной из групп, по которым до настоящего времени отсутствовали качественные геномные данные, являются центрохелидные солнечники (*Centrohelida*) – монофилетичная группа хищных протистов, населяющих пресноводные, морские и почвенные экосистемы. Они оставались одной из последних относительно крупных таксономических групп эукариот, филогенетическое положение которых на древе было не определено. В связи с этим проведено филогенное исследование, направленное на прояснение глубоких (ранних) эволюционных связей эукариот. Это исследование основано на транскриптомных молекулярных данных по солнечникам, представляющим 4 основных семейства центрохелид: *Raphidiophryidae*, *Pterocystidae*, *Acanthocystidae* и *Choanocystidae*. Построенное филогенное древо со 100% поддержкой показывает монофилетическую группировку центрохелидных солнечников и гаптофитовых, именуемую *Haptista*. Установлено положение группировки *Haptista* как сестринской группы SAR. Важно отметить, что общепризнанная супергруппа эукариот *Archaeplastida* оказалась парафилетичной. Зеленые водоросли, наземные растения и глаукофитовые формируют одну кладу, а красные водоросли – другую. При этом впервые с высокой поддержкой (96%) показано, что *Cryptista* является сестринской группой к растениям и глаукофитовым. Таким образом, наши данные однозначно показывают общность происхождения центрохелид и гаптофитовых. Установлена филогенетическая позиция группировки центрохелиды-гаптофиты и *Cryptista*, что ставит нас на один шаг ближе к полностью разрешенному древу жизни эукариот (к.б.н. Д. В. Тихоненков, д.б.н. А. П. Мыльников).

В результате работ по изучению биоразнообразия и эволюции рыб Центральной Азии найдено два новых для науки рода рыб. Во-первых, нами обнаружено, что среднеазиатские гольяны, которых относили то к *Phoxinus*, то к *Rhynchocypris*, представляют отдельную крупную филетическую линию на уровне рода и кластерируются не с гольянами *Phoxinus* или *Rhynchocypris*, а с алтайскими османами *Oreoleuciscus* (по данным мтДНК – *cytb* и *COI* и яДНК – *RAG1* и *IRBP2*), являющихся дальними родственниками гольянов. Во-вторых, в притоках Сырдарьи обнаружен новый вид усатых гольцов, крайне дивергировавший от других гольцов и, вероятно, представляющий

отдельную эволюционную линию, которая несколько ближе к среднеазиатским гольцам рода *Iskandaria* (согласно четырем маркерам мтДНК и яДНК) (к.б.н. Б. А. Левин, м.н.с. М. А. Левина).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Проанализированы многолетние изменения макрозообентоса на стандартных станциях Рыбинского водохранилища за период 2009–2015 гг., совпавший с глобальным потеплением. После аномально жаркого лета 2010 года из-за неблагоприятных условий среды (повышения температуры и дефицита кислорода в придонном слое воды) на всех станциях число обнаруженных видов снизилось до минимальных значений. В последующие годы видовое богатство значительно увеличилось, и на большинстве станций превысило уровень 2009 года. Одновременно наблюдался существенный рост численности и биомассы, значения которых в последние годы увеличились в > 10 раз, по сравнению с «фоновым» уровнем 2009 года и конца XX века. Рост количественного обилия макрозообентоса произошел за счет полисапробных видов олигохет и хирономид, что свидетельствует о возрастании трофического статуса водохранилища и ухудшении его санитарного состояния (к.б.н. С. Н. Перова).

В водохранилищах Волги в XXI веке зарегистрировано значительное увеличение интенсивности первичной продукции фитопланктона – главного продуцента органического вещества, вызванное изменениями климата в регионе, прежде всего, ростом температуры воды и сокращением продолжительности подледного периода. Средние для водохранилищ значения продукции фитопланктона в единице объема воды и под единицей площади поверхности увеличились с начала века соответственно в 1,8–3,0 и 1,5–2,1 раза, причем эвтрофирование менее продуктивных мезоэвтрофных водохранилищ происходит более быстрыми темпами, чем эвтрофных. Кроме того, как показал анализ результатов многолетних наблюдений, эвтрофирование Рыбинского водохранилища в современный период происходит более быстрыми темпами по сравнению со второй половиной XX века (д.б.н. А. И. Копылов, к.б.н. Д. Б. Косолапов, н.с. Т. С. Масленникова).

Предлагается концепция двух стратегий (умеренной и тепловой) температурной адаптации пойкилотермных животных в зоне толерантности, которые соответствуют двум температурным областям – средней и высокотемпературной. Впервые выделен скрытый (потенциальный) температурный пессимум на границе двух стратегий температурной адаптации. На уровне организма, ткани, клетки по более чем 20 биохимическим показателям исследовали состояние системы водно-солевого равновесия у леща *Abramis brama* L. в диапазоне температурной толерантности (5–30 °С). Выявлены два различных типа адаптивных реакций в области высоких (22–30 °С) и средних (5–20 °С) температур. Колебательный режим на их границе (19/20–24/25 °С) вызывал гибель рыб через 16–18 суток. Указанные температуры также относились к избегаемым для рыб (к.б.н. Р. А. Запруднова).

Обобщены данные о многолетней динамике растительных пигментов в донных отложениях Рыбинского водохранилища за весь период его существования – с 1941 по 2016 год. Показано, что межгодовые измене-

ния концентрации осадочных пигментов на участках илонакопления имеют циклический характер несмотря на сильную вариабельность условий. Содержание пигментов в донных отложениях зависит от продуктивности фитопланктона и связано с типом грунта. Отношение условной биомассы водорослей в донных отложениях к первичной продукции органического вещества в многолетнем аспекте не превышает 1% в среднем для водоема, что свидетельствуют о скоррелированности процессов новообразования и деструкции органического вещества и дает основание считать состояние экосистемы водохранилища устойчивым. Результаты могут использоваться при оценке экологического состояния водохранилища, а также в математическом моделировании первичной продукции (д.б.н. Л. Е. Сигарева, к.б.н. Н. А. Тимофеева).

В ходе разработки одного из ключевых положений теории эволюционной экологии обосновано, что особенности адаптивных стратегий экстремобионтов заключаются в формировании специализированных механизмов, обеспечивающих приспособленность как к экстремальным, так и к нормальным условиям существования. В результате достигаются высокая экологическая пластичность, быстрое видообразование, способность к образованию внутривидовых дискретных морфо-экологических форм, способность быстрого перехода от инадаптивной эволюции к эвадaptивной, возможность успешного преодоления и выживания в условиях глобальных гео-климатических катастроф. В свою очередь, этот вывод позволил разработать оригинальную комплексную схему цикличности эволюции, основанную на взаимодополнении генетических и эпигенетических механизмов (к.б.н. Ю. В. Слынько).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые проведена ревизия состава пеннатных родов диатомовых водорослей в пресных водоемах мира. Они представлены 156 родами, из которых 50 родов (32%) от общей мировой флоры являются таксонами с ограниченным распространением: известны преимущественно из циркумбореальной области, являются региональными или локальными эндемиками, реликтовыми таксонами с дизъюнктивным распространением, характерны для Голантарктического и Палеотропического царств, что противоречит устоявшейся космополитической концепции о распространении протистов в целом. При этом исследованиями авторов за последние годы было описано 10% родовых таксонов от мировой флоры. С использованием молекулярно-генетических и морфологических подходов описана диатомовая флора древнего озера Байкал и впервые подтверждено и зафиксировано максимальное видовое разнообразие этой группы водорослей, показана эндемичность пеннатных планктонных таксонов, играющих определяющую роль в структуре и функционировании сообществ (к.б.н. М. С. Куликовский, м.н.с. И. В. Кузнецова, к.б.н. Е. С. Гусев).

Основные публикации: Книги

Озеро Севан. Экологическое состояние в период изменения уровня воды. Ярославль: Издательское бюро «Филигрань», 2016. 328 с.

Кузьмина В. В., Золотарева Г. В., Шептицкий В. А., Филипенко С. И. Роль объектов питания и микробиоты в процессах пищеварения рыб из разных экосистем. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та. 2016. 196 с.

Ручин А. Б., Артаев О. Н., Клевакин А. А., Морева О. А., Осипов В. В., Лёвин Б. А., Ильин В. Ю., Михеев В. А., Ермаков А. С., Янкин А. В., Варгот Е. В., Алюшин И. В. Рыбное население бассейна реки Суры: видовое разнообразие, популяции, распределение, охрана. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2016. 272 с.

Костяев В. Я. Фиксация молекулярного азота в Арктической тундре. Ярославль: Филигрань, 2016. 106 с.

Статьи

Acs E., Ari E., Duleba M., Drebler M., Genkal S.I., Jaka E., Rimet F., Ector L., Kiss K.T. Pantocskiella, a new centric diatom genus based on morphological and genetic studies // Fottea. 2016. Vol. 16, issue 1. P. 56–78.

Aleoshin V. V., Mylnikov A. P., Mirzaeva G. S., Mikhailov K. V. and Karpov S. A. Heterokont Predator Developapax marinus gen. et sp. nov. – A Model of the Ochrophyte Ancestor // Frontiers in Microbiology. 2016. Volume 7, Article 1194 Azovsky A. I., Tikhonenkov D. V., Mazei Yu. A. An Estimation of the Global Diversity and Distribution of the Smallest Eukaryotes: Biogeography of Marine Benthic Heterotrophic Flagellates // Protist. 2016. V. 167. P. 411–424.

Biserova N. M., Gordeev I. I., Korneva J. V. Where are the sensory organs of Nybelinia surmenicola (Trypanorhyncha)? Comparative analyze with Parachristianella sp. and other trypanorhynchean cestodes // Parasitology Research. 2016. V. 115. P. 131–141.

Borovikova E. A., Alekseeva Ja. A., Bagirov N. E., Makhrov A. A., Popov I. Yu. Genetic identification of a crayfish (Astacus) species at the northern edge of their distribution area (Solovetsky Islands, White Sea) // Biochemical Systematics and Ecology. 2016. V. 65. P. 205–208.

Foster G., Prokin A., Routledge S. A Berosus in Georgia new to Europe // Latissimus. 2016. No 38. P. 17–18.

Garina D. V., Nepomnyashchikh V. A., Mekhtiev A. A. Does serotonin-modulating anticonsolidation protein (SMAP) influence the choice of turning direction by carps Cyprinus carpio in T-maze? // Fish Physiology and Biochemistry. 2016. V. 42(4): 1137–1141.

Gusev E. S., Hai Doan-Nhu, Lam Nguyen-Ngoc & D. A. Kapustin. Two new species of the genus Mallomonas from the Cat Tien National Park (Viet Nam): Mallomonas distinguenda and Mallomonas skvortsovii // Phytotaxa. 2016. V. 273 (1). P. 059–064.

Kulikovskiy M., Lange-Bertalot H., Annenkova N., Gusev E., Kociolek J. P. Morphological and molecular evidence support description of two new diatom species from the genus Ulnaria in Lake Baikal // Fottea. V. 16(1). 2016 P. 34–42.

Minor M. A., Ermilov S. G., Philippov D. A., Prokin A. A. Relative importance of local habitat complexity and regional factors for assemblages of oribatid mites (Acari: Oribatida) in Sphagnum peat bogs // Experimental and Applied Acarology. 2016. Vol. 70, Issue 3. P. 275–286.

Osipova E. A., Pavlova V. V., Nepomnyashchikh V. A., Krylov V. V. Influence of magnetic field on zebrafish activity and orientation in a Dplus maze // Behavioural processes. 2016. V. 122. P. 80–86.

Poddubnaya L. G., Hemmingsen W., Gibson D. I. Ultrastructural observations of the attachment organs of the monogenean *Rajonchocotyle emarginata* (Olsson, 1876) (Polyopisthocotylea: Hexabothriidae), a gill parasite of rays // Parasitology Research. 2016. 115. P. 2285–2297.

Андреева С. А., Куликовский М. С., Мальцев Е. И., Подунай Ю. А., Гусев Е. С. Молекулярно-генетическое исследование диатомовых водорослей из родов *Diadesmis* и *Humidophila* (Bacillariophyceae) // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 6. С. 621–628.

Вербицкий В. Б., Гришанин А. К., Жданова С. М., Лазарева В. И., Малышева О. А., Медянцева Е. Н. Температурные реакции 12 видов пресноводных циклопов // Зоол. журн. 2016. Т. 95. № 7. С. 815–825.

Герасимов Ю. В., Стрельникова А. П. Особенности питания сеголетков судака *Stizostedion lucioperca* (Percidae) Рыбинского водохранилища в разные годы // Вопр. ихтиологии. 2016. Т. 56. № 3. С. 297–303.

Жданова С. М., Лазарева В. И., Баянов Н. Г., Лобуничева Е. В., Родионова Н. В., Шурганова Г. В., Кулаков Д. В., Ильин М. Ю. Распространение и пути расселения американской коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоемах европейской России // Российский журн. биологических инвазий. 2016. № 3. С. 8–22.

Извекова Г. И., Соловьев М. М. Особенности влияния цестод, паразитирующих в кишечнике рыб, на активность протеиназ хозяев // Известия РАН. Серия биологическая. 2016. № 2. С. 182–187.

Копылов А. И., Косолапов Д. Б., Заботкина Е. А., Косолапова Н. Г. Трофические взаимоотношения между планктонными бактериями, гетеротрофными нанофлагеллятами и вирусами в мезотрофном Шекснинском водохранилище // Успехи соврем. биол. 2016. № 2. С. 212–222.

Крылов А. В., Айрапетян А. О., Болотов С. Э., Герасимов Ю. В., Малин М. И., Косолапов Д. Б., Овсяян А. А. Изменение осеннего зоопланктона пелагиали озера Севан (Армения) при увеличении численности рыб // Биология внутр. вод. 2016. № 2. С. 37–44.

Кузьмина В. В., Комов В. Т., Куливацкая Е. А. Влияние ртути на пищевое поведение карпа *Syrgrinus carpio* и эффекты серотонина при загрязнении корма ртутью // Пробл. биол. продукт. животных. 2016. № 1. С. 53–64.

Микряков В. Р., Микряков Д. В. Влияние катехоламинов и глюкокортикоидов на отторжение аллотрансплантага у карпа *Syrgrinus carpio* L. // Иммунология. 2016. Т. 37. № 3. С. 140–142.

Минева Н. М., Корнева Л. Г., Соловьева В. В. Влияние факторов среды на фотосинтетическую активность фитопланктона водохранилищ Волги // Биология внутренних вод. 2016. № 3. С. 47–56.

Субботкин М. Ф., Субботкина Т. А. Изменчивость содержания лизоцима у леща Рыбинского водохранилища в разные сезоны годового цикла // Известия РАН. Серия биологическая, 2016, № 3, с. 309–314.

Тимофеева Н. А., Сигарева Л. Е., Крылова Е. Г., Лапиров А. Г. Влияние ионов меди и никеля на морфофизиологические показатели проростков

прибрежно-водных растений // Известия РАН. Серия биологическая. 2016. № 3. С. 295–302.

Опубликовано: 4 монографии, 291 статья, в том числе 193 – на русском языке в российских журналах и 63 – на английском языке в зарубежных изданиях, 35 статей в трудах ИБВВ РАН.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ им. Н. К. КОЛЬЦОВА РАН

Директор – член-корреспондент РАН А. В. Васильев

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Показано, что перестройка структуры протеасом важна для адаптации головного мозга при нарушении обмена моноаминов. Разработанный авторами метод нативного электрофореза позволил идентифицировать шесть структурных форм активных протеасом во фронтальной коре головного мозга крыс. Три из выявленных форм протеасом содержат активатор PA700, который необходим для экстренного устранения отработанных белков. Другие три формы содержат активатор PA28, обеспечивающий специфический гидролиз белков и образование биологически активных пептидов. У крыс с нарушением обмена моноаминов (в отличие от нормальных животных) иммунная субъединица LMP2, также необходимая для образования биологически активных пептидов, встроена главным образом в структуры протеасом, связанные с активатором PA28. Такие перестройки протеасом обеспечивают пластичность головного мозга при нарушении обмена моноаминов (д.б.н. Н. П. Шарова).

Создана модель болезни Альцгеймера *in vitro* на основе индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК), полученных от доноров с синдромом Дауна. Пациенты с синдромом Дауна являются крупнейшей группой людей с наследственной предрасположенностью к болезни Альцгеймера. Полученные культуры ИПСК с кариотипом синдрома Дауна были дифференцированы в культуры зрелых нейронов. Выяснилось, что нейроны пациентов с синдромом Дауна, в отличие от контрольных нейронов здоровых людей, эффективно накапливают патологические изоформы бета-амилоида, что является одним из основных признаков начальной стадии болезни Альцгеймера. Данный эффект наблюдается в обособленных, искусственно созданных *in vitro* культурах нейронов, что служит существенным доказательством генетической природы возникновения болезни Альцгеймера у пациентов с синдромом Дауна. Проводятся работы по редактированию генома (в частности, нокауту ряда генов) в ИПСК с синдромом Дауна при помощи системы CRISPR/Cas9. Разработанная модель формирует новое представление о механизмах болезни Альцгеймера и может быть использована в качестве тест-системы для скрининга лекарственных препаратов и технологий ее лечения (чл.-к. Е. А. Воротеяк).

Определен механизм ключевой адаптации, которая позволяет пресноводному двустворчатому моллюску дрейсене (*Dreissena*) агрессивно распро-

страняться в пресных и солоноватых водоемах, вытесняя эндемичные виды, меняя экологические сообщества и нанося вред водным сооружениям. Показано (совместно с сотрудниками Балатонского центра экологических исследований Венгерской академии наук), что, в отличие от всех других пресноводных двустворок, личинки дрейсен имеют развитую нервную систему уже на самых ранних этапах развития. Личиночные нейроны, содержащие серотонин (5-HT) и пептид FMRFамид (FMRF), увеличивают синтез специфических медиаторов при неблагоприятных условиях среды (изменение солености), позволяя личинкам адаптироваться в широком диапазоне изменений и обеспечивая максимальное расселение вида. Фундаментальные знания о генезе нервной системы личинок дрейсен позволят разработать новые экологические стратегии для остановки распространения этого опасного инвазивного вида-обрастателя (*д.б.н. Е. Е. Воронежская*).

У млекопитающих, включая человека, двигательная активность благоприятствует выполнению ряда когнитивных функций, снижая симптомы депрессии и облегчая принятие решения. Этот механизм эволюционно консервативен и имеет сходную нейрохимическую природу у позвоночных и беспозвоночных животных. На модели выбора направления движения у большого прудовика на стеклянной поверхности в градиенте освещения мы доказали, что предварительная двигательная нагрузка облегчает и ускоряет такой выбор. Целесообразность сохранения следа активации когнитивных функций после завершения интенсивной локомоции оправданна, так как интенсивная локомоция часто приводит к попаданию в новую среду, представляющую когнитивную нагрузку для животного. Найденная поведенческая модель будет использоваться для фармакологического и молекулярно-биологического анализа механизмов принятия решения и влияния двигательной нагрузки (*д.б.н. Е. Е. Дьяконова*).

Изучена структура двух перекрывающихся белок-кодирующих генов у дрозофилы – *lawc* и *Trf2*. Установлено, что эти гены работают разнонаправленно (на противоположных цепях ДНК) и имеют общую регуляторную область. Оба гена могут одновременно оставаться активными и работать в одной клетке. Активация транскрипции одного из них может нарушать работу другого. Работа изучаемой пары перекрывающихся генов координируется малыми молекулами микроРНК. Таким образом, показана новая система регуляции экспрессии нескольких генов с общей регуляторной области и ключевая роль микроРНК в определении очередности их экспрессии (*к.б.н. О. Б. Симонова*).

Разработан фармакологический провокационный тест для выявления скрытой функциональной недостаточности nigростриатной системы на хронической модели доклинической стадии болезни Паркинсона на мышах. Введение ингибитора синтеза дофамина в подобранной дозе животным на доклинической стадии развития заболевания приводит к снижению его уровня в стриатуме до порога, при котором проявляются нарушения двигательной функции. Данное нарушение двигательной функции мышцей носит кратковременный характер и не связано с развитием нейродегенеративного процесса в nigростриатной системе. Разработанный провокационный тест является высокоспецифичным методом выявления скрытой функциональной недостаточности nigростриатной системы (*ак. М. В. Угрюмов*).

Впервые выявлена роль дифференциальной экспрессии раково-тестикулярных антигенов семейства *Mage* в самообновлении и дифференцировке плюрипотентных стволовых клеток и раннем развитии млекопитающих. По результатам кластерного анализа экспрессии генов *Mage* впервые определены роли кластеров генов *Mage-a4* и группы *Mage-a8*, *Mage-d1*, *Mage-d2*, *Mage-e1*, *Mage-l2* как потенциальных функциональных антагонистов в регуляции пролиферации и дифференцировки ранних эмбриональных клеток мыши. Полученные приоритетные данные об экспрессии 17 раково-тестикулярных антигенов семейства *Mage* в раннем развитии мыши аннотированы в международную генетическую базу данных Mouse Genome Informatics (<http://www.informatics.jax.org/>) для использования международным научным сообществом (д.б.н. О. Ф. Гордеева).

Показано, что в процессе трансдифференцировки клеток первичной культуры ретинального пигментного эпителия (РПЭ) глаза взрослого человека *in vitro* активны сигнальные пути Notch и BMPs, которые могут ингибировать нейральную дифференцировку. Wnt сигнальный путь модулирует их активность. Wnt1 лиганд усиливает пронейральную дифференцировку, в то время как Wnt7a влияет на дедифференцированные в культуре клетки РПЭ контекст зависимо, усиливая в одних процессы нейральной дифференцировки, в других редифференцировку в РПЭ (д.б.н. М. А. Александрова).

Обобщены результаты изучения молекулярно-генетического статуса клеток ретинального пигментного эпителия (РПЭ) взрослых амфибий (*Urodela*). Обнаружены особенности, позволяющие этим клеткам репрограммироваться *in vivo* (natural reprogramming), превращаться в клетки сетчатки после ее повреждения или удаления. Выяснено, что у этих животных в РПЭ имеет место одновременное проявление молекулярных признаков (транскрипционных факторов и сигнальных путей), характерных для раннего развития глаза, и таковых, отвечающих за функциональную специализацию РПЭ половозрелого организма. Эта информация может помочь поиску путей «реювенилизации» клеток высших позвоночных и человека с целью использования их в регенеративной медицине (д.б.н. Э. Н. Григорян).

Клетки Сертоли – клетки в яичках млекопитающих и человека, необходимые для нормального функционирования половых клеток. Показано, что у взрослых организмов клетки Сертоли не делятся и при повреждении не восстанавливаются, что может приводить к развитию мужского бесплодия. Нами впервые обнаружено, что в регионе яичек, прилегающем к семявыносящим протокам, находятся клетки Сертоли, которые способны к делениям при выведении в культуру и могут стать источником для восстановления ткани яичек, поврежденной вследствие различных патологий (к.б.н. А. Ю. Кулибин).

Разработана тест-система для выявления и изучения специфичности действия ксенобиотиков, включая фармакологические средства, способные активировать транскрипционный фактор человека – арил-гидрокарбонный рецептор (AHR) в условиях *in vivo*. Основой тест-системы является созданная нами линия мух дрозофил, трансформированная геном АНР человека. Ген АНР человека поставлен под контроль регулятора, обеспечивающего управляемость его экспрессии, что позволяет тестировать действие ксенобиотиков на онкогены в определенных органо-тканевых структурах. Соз-

данная тест-система оформлена в виде патента на изобретение и подана для регистрации в Федеральную службу по интеллектуальной собственности: «Способ оценки фармакологических и токсических свойств веществ – потенциальных лигандов АНР человека» (д.б.н. Б. А. Кузин).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Получены подтверждения многократного резкого изменения темпов молекулярной эволюции, вплоть до «мгновенных» эволюционных преобразований последовательности на протяжении всего нескольких поколений. Такие преобразования характерны для регуляторных последовательностей и представляют собой полную замену значительных фрагментов последовательности при быстром восстановлении функциональной активности гена. Анализ изменчивости регуляторной области гена *Dras1* и его ортологов у видов дрозофил разной степени родства из подродов *Drosophila* и *Sophorhoga* выявил неоднократную смену промотора, точки старта транскрипции и всей регуляторной области гена на разных ветвях филогенетического дерева дрозофил. Изменения структуры последовательности связано с инсерциями мобильных элементов и в ряде случаев – с сопровождающими их структурными перестройками хромосомы. Исследуемая модель характеризуется строгим функциональным и структурным консерватизмом кодируемого геном белка и летальным характером 0-аллелей, исключаящим экспрессию данного гена. Транспозиции мобильных элементов в область промотора приводят к формированию аллелей гена с летальным эффектом или, по крайней мере, с резко сниженными показателями жизнеспособности. В природе такие аллели сохраняются исключительно в гетерозиготном состоянии и теряются вследствие генетико-автоматических процессов. Отмеченная смена промотора и регуляторной части должна сопровождаться восстановлением функциональной активности гена в течение ограниченно-го числа поколений (д.б.н. А. М. Куликов).

У млекопитающих строго соблюдается правило хромосомного определения пола, согласно которому самцы являются гетерохромосомным полом. Уникальная система половых хромосом характерна для слепушонок подрода *Ellobius*, единственной группы млекопитающих с морфологически идентичными половыми хромосомами XX у самцов и самок (Y-хромосома и ген *Sgy* утрачены). Благодаря разработке новых методик удалось проанализировать распределение до 8 антигенов в одном и том же ядре. Установлено, что в центральной зоне полового XX бивалента на протяжении профазы I мейоза сохраняется зона асинопсиса, в которой хроматин подвергается транскрипционному сайленсингу, а синапсис и рекомбинация осуществляются лишь в коротких прителомерных участках. Морфологическая идентичность половых XX хромосом маскирует функциональный гетероморфизм, который удастся выявить только в мейозе, это свидетельствует о начале формирования новых половых гетерохромосом. Таким образом, в случае утраты Y-хромосомы наблюдается быстрое формирование новой Y-хромосомы из второй половой хромосомы (д.б.н. И. Ю. Баклушинская).

Изучена новая модель ранней эволюции генетической (хромосомной) системы определения пола у пресноводного ракообразного *Daphnia magna*.

У части клонов дафний пол потомства определяется условиями, в которых находится материнская особь, а у части – генотипом последней. В географически и эволюционно далеких популяциях вида участки, отвечающие за генетическое определение пола, расположены в одной и той же хромосоме. Выявлено несколько кандидатных генов, мутации в которых могут приводить к генетическому определению пола, в том числе ген, участвующий в определении пола у насекомых *transformer2* и *sox9*, мутации в котором приводят к гермафродитизму у человека (к.б.н. Я. Р. Галимов).

В экспериментальных условиях проведена оценка наследуемости полиморфных количественных признаков у нескольких симпатрических форм крупных африканских усачей озера Тана (Эфиопия). Показано, что ряд пластических (форма головы и тела) и меристических признаков (число чешуй в боковой линии, число окологлазничных костей, число рядов глоточных зубов) демонстрирует высокий уровень наследуемости. Принимая во внимание, что дефинитивное состояние данных признаков определяется темпами и сроками онтогенеза, можно сделать вывод, что наблюдаемая в природе изменчивость временного рисунка онтогенеза усачей определяется генетическим полиморфизмом (к.б.н. Ф. Н. Шкиль).

Основные публикации

Chekunova A. I., Sorokina S. Yu. Sivoplyas E. A., Bakhtoyarov G. N., Proshakov P. A., Barsukov M. I., Kulikov A. M. Evolution and polymorphism of *Dras1* gene sequence in *Drosophila virilis* and *Drosophila melanogaster* groups of closely related species (in press).

Matveevsky S., Bakloushinskaya I., Kolomiets O. Unique sex chromosome systems in *Ellobius*: How do male XX chromosomes recombine and undergo pachytene chromatin inactivation? *Scientific Reports*. 2016. 6. 29949. doi: 10.1038/srep29949.

Reisser C. M. O., Fasel D., Hurlimann E., Dukic M., Haag-Liautard C., Thuillier V., Galimov Y., Haag C. R. Transition from environmental to partial genetic sex determination in *Daphnia* through the evolution of a female-determining incipient W-chromosome // Accepted to *Molecular Biology and Evolution*, doi:<http://dx.doi.org/10.1101/064311>.

Lyupina Yu. V., Erokhov P. F., Radchenko A. S., Kolacheva A. A., Nikishina Yu. O., Sharova N. H. Characteristic of proteasomes in the brain structures of rats with monoamine metabolism violations // *FEBC Journal* (in press).

Dashinimaev E. B., Artyuhov A. S., Bolshakov A. P., Vorotelyak E. A., Vasiliev A. V. Neurons derived from induced pluripotent stem cells of patients with Down syndrome reproduce early stages of Alzheimer's disease type pathology in vitro // *Journal of Alzheimer's Disease*. 2017; 56 (2). P. 835–847.

Battonyai Izabella, Obukhova Alexandra, Voronezhskaya Elena E., Nezhlin Leonid P., Elekes Károly. Early development of sensory systems in the larvae of the invasive biofouler *Dreissena polymorpha* (Mollusca: Bivalvia) // *Journal of Chemical Ecology* (in press).

Korshunova Tatiana A., Vorontsov Dmitry D., Dyakonova Varvara E. Previous motor activity affects the transition from uncertainty to decision making in snails // *Journal of Experimental Biology* 2016 (219). P. 3635–3641; doi: 10.1242/jeb.146837/.

Cherezov R., Vorontsova J., Simonova O. The activation of cryptic lacw gene promoter by small dsRNA in Drosophila S2 cells // Genetics (in press).

Khakimova G., Kozina E., Kucheryanu V., Ugrumov M. Reversible pharmacological induction of motor symptoms in MPTP-treated mice at the presymptomatic stage of parkinsonism: potential use for early diagnosis of Parkinson's disease // Molecular Neurobiology. 2016. DOI: 10.1007/s12035-016-9936-9.

Гордеева О. Ф. Экспрессия раково-тестикулярных антигенов семейств Mage-a и Mage-b в эмбриональных фибробластах мыши, культивируемых in vitro // Онтогенез. 2016. Т. 47. № 3. С. 189–198.

Кузнецова А. В., Александрова М. А. Гетерогенность клеток ретинального пигментного эпителия глаза взрослого человека в различных системах культивирования // Клеточные технологии в биологии и медицине. 2016. № 4. С. 260–269.

Grigoryan E. N., Markitantova Yu. V. Cellular and Molecular Preconditions for RPE Natural Reprogramming During Retinal Regeneration in Urodela // Bio-medicines. 2016. V. 4. N. 28. P. 1–18.

Kulibin A. Y., Malolina E. A. Only a small population of adult Sertoli cells actively proliferates in culture // Reproduction. 2016. V. 152(4). P. 271–281. DOI: 10.1530/REP-16-0013.

Malolina E.A., Kulibin A.Y., Kushch A.A. Neonatal testicular cell transplantation restores murine spermatogenesis damaged in the course of herpes simplex virus-induced orchitis // Reprod. Fertil. Dev. 2016. V. 28(6). P. 757–764. DOI: 10.1071/RD14255

Shkil F. Polymorphism Cyprinids lakes Tana // Journal of Applied Ichthyology (in press).

Озернюк Н. Д., Исаева В. В. Эволюция онтогенеза. / М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 332 с.

Яблоков А. В., Нестеренко В. Б., Нестеренко А. В. Преображенская Н. Е. Чернобыль: последствия Катастрофы для человека и природы. / М. Товарищество научных изданий КМК, 2016. 826 с.

Иеико Е. П., Веселов А. Е., Мурзина С. А., Зотин А. А., Ефремов Д. А., Ручьев М. А., Фомина О. В. Сохранение и восстановление исчезающих видов северных рек. Атлантический лосось *Salmo salar* Linnaeus, 1758. и пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* Linnaeus, 1758 / М-во природ. ресурсов и экологии Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. учреждение Гос. природ. заповедник «Кивач». Петрозаводск: Издательство «Скандинавия», 2016. 28 с.

Опубликовано: 3 монографии, 172 статьи, из них 93 на русском языке в российских журналах и 60 на иностранных языках в зарубежных журналах, 19 статей в сборниках материалов конференций.

БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. Комарова РАН

Врио директора – доктор биологических наук Д. В. Гельман

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Проведено исследование современного структурно-функционального разнообразия растений в глобальном масштабе. Изучены шесть признаков, имеющих решающее значение для определения их экологической стратегии: высота, площадь листьев, масса листьев на единицу площади, содержание азота, масса стволов (стеблей) на единицу объема и масса семян. Такой анализ, включающий данные для более 45 000 видов, является первым глобальным исследованием взаимоотношений между признаками семян, листа, стебля и целого растения. В результате определены две основные оси, на которых происходят изменения. Это (1) размер растений, от видов с небольшими особями и мелкими семенами до высоких видов с крупными семенами; и (2) стратегия развития листьев, от «восприимчивых» видов с низкой массой листьев на единицу площади и высоким содержанием азота до «консервативных» видов с высокой листовой массой на единицу площади и низким содержанием азота. Выяснено, что лишь небольшое число комбинаций признаков растений являются эволюционно наиболее жизнеспособными в современной биосфере (д.б.н. С. Н. Шереметьев).

Обобщены данные по феномену «сиамских зародышей» у растений: типизация, распространение (*in vivo*, *in situ* и *in vitro*), разные трактовки механизма образования. В результате анализа генезиса полимерных зародышей (на примере микроспориальных полиэмбрионидов пшеницы *in vitro*) вскрыта природа их возникновения: кливажная полиэмбриония, сопровождающаяся фасциациями органов трех известных типов: сиамские зародыши «спина-к-спине» – радиальная фасциация, сердечковидные сиамские зародыши с линейным расположением составляющих единиц – линейная фасциация, сердечковидные сиамские зародыши с вентральным обращением составляющих единиц – кольцевая фасциация. Рассмотрены значение получения растений с измененными признаками (филлотаксис, продуктивность) и влияние аномалий развития на жизнеспособность регенерантов в культуре *in vitro* для прикладных целей (к.б.н. Г. Ю. Титова, чл.-к. Т. Б. Батыгина).

Обоснована возможность использования метаболомного метода для оценки биохимического состояния литобионтных сообществ (грибов, бактерий, водорослей и лишайников, объединенных внеклеточным полимерным матриксом). Показано, что метаболомные данные отражают системные морфофункциональные различия литобионтных сообществ и способны характеризовать временной тренд развития биообрастаний горных пород. Полученные результаты являются еще одним доказательством авторской концепции о фрактальном характере корреляционной структуры метаболомного массива данных. Состояние метаболитной сети как развивающейся биологической системы описывается сходным образом с помощью статистического моделирования относительных численных значений содержания в ней различных метаболитов, вне зависимости от сложности самой системы (клеточная культура, отдельные органы, целые организмы, сообщества организмов) (к.б.н. А. Л. Шаварда, к.б.н. К. В. Сазанова, д.б.н. Д. Ю. Власов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Обобщены результаты многолетнего исследования природных комплексов особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Санкт-Петербурга. Изучены физико-географические условия 12 ООПТ города, история их освоения, ландшафты, растительный покров. На основе оригинальных данных создано 28 крупномасштабных тематических карт, отражающих ландшафтную структуру, динамику ландшафтов, типологическое разнообразие, пространственную структуру растительности. Дана оценка современного состояния ландшафтов и растительного покрова, выявлены основные факторы их трансформации, установлены основные направления изменений природных комплексов. Выявлено видовое богатство флоры сосудистых растений, мхов, водорослей, лишено- и микобиоты, фауны. Для каждой территории составлены списки охраняемых видов, приведены характеристики их местообитаний. Материалы исследований положены в основу формирования сети ООПТ региона, обоснования придания статуса ООПТ территориям и разработки рекомендаций для проведения природоохранных мероприятий. По результатам исследований опубликован «Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга» (издание 2-е, исправленное и дополненное) (к.б.н. С. С. Холод, коллектив сотрудников Лаборатории географии и картографии растительности).

Подведены итоги многолетних исследований флоры и растительности уникальных природных объектов – верховых болот на территории Республики Беларусь. На основании таксономического, фитогеографического, биоморфологического и эколого-ценотического анализа флоры обобщены современные данные о растительном покрове болотных массивов. Проведена классификация геоботанических данных, по результатам которой с применением доминантного и флористического подходов составлен продромус растительности исследуемых объектов. Дана сравнительная характеристика результатов классификации, составлены диагнозы выделенных синтаксономических единиц. Получены синоптические таблицы синтаксонов. Создана серия тематических карт-схем, отображающих географию отдельных ассоциаций. Построены ординационные диаграммы. Разработаны мероприятия и рекомендации по охране верховых болот и стратегия их рационального использования. По результатам исследований опубликована коллективная монография «Флора и растительность верховых болот Беларуси» (к.б.н. О. В. Галанина, к.б.н. О. В. Созинов).

Подведены итоги 35-летнего мониторинга химического состава растений, лишайников и почв лесных экосистем Кольского полуострова по градиенту аэротехногенного загрязнения от металлургического комбината до фоновых территорий. Выявлены на фоне 5–8-кратного снижения аэротехногенной нагрузки динамические тренды уровня загрязнения почв и накопления тяжелых металлов растениями и лишайниками северотаежных экосистем. Охарактеризовано распределение содержания Ni и Cu по частям (органам) растений как в природных сообществах, так и в экспериментальных условиях. Проведена оценка воздушного поступления тяжелых металлов в растение и поглощения их из загрязненной почвы. Установлены основные факторы, определяющие особенности минерального состава рас-

тений под воздействием антропогенного стресса. Произведен расчет минимального времени самоочищения загрязненных тяжелыми металлами почв при полном снятии аэротехногенной нагрузки. По результатам исследования опубликована монография «Тяжелые металлы в северотаежных экосистемах России» (д.б.н. И. В. Лянгузова).

Проведены полевые исследования разнообразия и пространственной структуры сообществ грибов и миксомицетов горных вечнозеленых тропических лесов плато Тайнгуен (Центральный Вьетнам). Выявлен 51 вид миксомицетов из 8 семейств, 5 порядков отдела Mucoromycota, 257 видов грибов из 33 семейств, 11 порядков Basidiomycota и 29 семейств, 11 порядков Ascomycota, более 30 видов впервые отмечены для Вьетнама. Осуществлено изучение миксомицетов в муссонных долинных лесах Южного Вьетнама. Выявлено 104 морфовида из 27 родов и 10 семейств, из них 69 видов отмечены во Вьетнаме впервые. Выявлен ряд трендов изменения таксономического и экологического разнообразия различных групп грибов и миксомицетов под влиянием природных и антропогенных факторов. Показано, что встречаемость видов миксомицетов, обитающих в листовом опаде, зависит от микроклиматических факторов, типов почв и кислотности субстрата в большей степени, чем сезонные наводнения. Методом изотопного анализа получены предварительные данные о трофических связях миксомицетов с другими микроорганизмами, разрушающими растительный опад (д.б.н. Ю. К. Новожилов, к.б.н. Е. С. Попов, чл.-к. А. Е. Коваленко).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Подведен итог изучения арманской флоры из вулканогенно-осадочных отложений арманской свиты бассейна реки Армань и междуречья Нелкандя – Хасын (Магаданская область, Северо-Восток России). Определен таксономический состав флоры – 73 вида из 49 родов, которые относятся к печеночникам, хвощовым, папоротникам, семенным папоротникам, цикадовым, беннеттитовым, гинкговым, чекановскиевым, хвойным, голосеменным неясного систематического положения и покрытосеменным. Выявлено, что арманская флора характеризуется своеобразным сочетанием относительно древних раннемеловых папоротников и голосеменных с более молодыми позднемеловыми растениями, в первую очередь покрытосеменными. Установлено сходство арманской флоры с надежно датированными пенжинской и кайваемской флорами Северо-Западной Камчатки и тыльпэгыргынайской флорой хребта Пекульней, на основании которого уточнен ее возраст – туронский и коньякский века позднего мела. Полученные результаты подтверждены данными по изотопному определению возраста флороносных толщ. По результатам работы опубликована англоязычная монография «The Late Cretaceous Arman Flora of Magadan Oblast, Northeastern Russia» (д.б.н. Л. Б. Головнева, д.б.н. С. В. Щенетов).

Завершен очередной этап монографической ревизии отдельных групп сосудистых растений для территории внетропической Евразии или Земного шара в целом:

– публикацией в 12-м томе «Flora of North America» таксономической ревизии подрода *Esula* рода *Euphorbia* (международный коллектив с участием

БИН РАН), в которой выявлено разнообразие этого таксона для Северной Америки, выработан новый подход к систематике отдельных аборигенных и чужеродных видов;

– выходом в свет иллюстрированной монографии «A revision of *Platanthera* (Orchidaceae; Orchidoideae; Orchideae) in Asia», с оригинальной классификацией таксона, насчитывающей в Азии 78 видов, подразделенных на 5 подродов; по результатам ревизии описаны 1 новый вид, 12 подродов и секций, сделано 5 новых комбинаций в ранге вида и ниже, 20 названий лекто- или неотипифицированы. Особое внимание уделено постоянно изменяющимся границам рода;

– проведенной работой по изучению систематики таксономических групп различного ранга (родов, триб, семейств), результаты которой опубликованы в серии оригинальных статей (26) в 31–32 томах Большой Российской Энциклопедии – 49 таксономических очерков, в коллективном труде «Изучение и сохранение природного и историко-культурного наследия ООПТ Псковской области», подготовленной к печати крупной флористической сводкой «Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 17. Rosaceae (Sorbus)»; а также завершением подготовки к публикации Красной книги Ленинградской области (д.б.н. Л. В. Аверьянов, коллектив отдела Гербарий высших растений).

Проведен сбор и анализ сведений по компонентному составу и биологической активности представителей 6 отделов сосудистых нецветковых растений флоры России – плауновидных, хвощевидных, псилютовидных, папоротниковидных, голосеменных и гнетовидных. В результате опубликован 7-й том сводки «Растительные ресурсы России», в который вошли данные по 163 видам из 56 родов и 29 семейств. Сведения о компонентном составе и биологической активности видов получены на основании анализа 2179 литературных источников. Описания видов включают ботанико-географические данные, жизненную форму, размеры, географическое распространение, экологическую приуроченность растений. Химические компоненты сгруппированы по классам природных соединений с указанием органа или части растения, в которых они обнаружены. Биологическая активность представлена по результатам фармакологических исследований и клинических испытаний. В целом в многотомную сводку «Растительные ресурсы России» (2008–2016) вошли 3486 видов из 968 родов, относящихся к 173 семействам, что составляет почти треть от общего числа видов флоры России (д.б.н. А. Л. Буданцев, коллектив Лаборатории растительных ресурсов).

Проведено молекулярно-таксономическое исследование родового комплекса *Lentinus* s.l.–*Polyporus* s.l., максимум разнообразия которого наблюдается в Южной Азии. Показано, что роды *Lentinus* и *Polyporus* в традиционном понимании являются скорее жизненными формами, свойственными различным филогенетическим линиям семейств *Polyporaceae*, *Meruliaceae*, *Gloeophyllaceae*. Впервые распознано 9 родов, один из которых – *Picipes* – описан как новый для науки. Предложено 25 новых комбинаций в 4 родах. Выявлено место каждого рода в филогенетической радиации *Polyporales*. Полученные данные ценны в выявлении конвергентных линий и возможности определения общих закономерностей морфологической эволюции данной

группы грибов, имеющих исключительное значение как продуценты фармакологически активных комплексов иммуномодулирующего, противовирусного, онкостатического действия (чл.-к. А. Е. Коваленко, к.б.н. И. В. Змитрович).

Осуществлены ежегодные масштабные работы по классификации растительности, изучению ее разнообразия и пространственного распределения, мониторингу изменений под воздействием природных и техногенных факторов. Осуществлена инвентаризация флоры и микобиоты, составлены флористические обзоры, приведены списки редких и эндемичных видов растений и грибов, разработаны классификационные и типологические схемы ключевых участков растительности, легенды к крупномасштабным геоботаническим картам растительности ряда заповедников и предлагаемых к охране территорий Северо-Западного и Центрального регионов России, Крыма, Кавказа, Республики Татарстан, Южного Урала, Западной Сибири, Приморского края, Камчатки, Челябинской, Читинской областей, зарубежных стран, включая ряд европейских стран и страны СНГ, а также Монголии, Тайваня, Китая, Вьетнама, Лаоса, Кореи, Японии, Кувейта, Ливана, ЮАР и др. Продолжена подготовка ботанической части документации для обоснования природоохранных мероприятий (*коллектив сотрудников БИН РАН*).

Получены новые знания и результаты в области систематики и географии отдельных таксонов современных и ископаемых растений и грибов России и сопредельных стран, а также состава современной и ископаемой флоры и микобиоты отдельных регионов и ключевых территорий Северной Евразии на базе уникального объекта научной инфраструктуры – Коллекционного фонда Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Проведены работы по изучению, сохранению и пополнению коллекций растений и грибов, разборка имеющихся в Гербарии (LE) материалов, описание и дигитализация важнейших коллекций, их инсерация, выделение дублетов; пополнение основных фондов за счет определенных и этикетированных сборов завершившегося полевого сезона и полевых сезонов прошлых лет из различных регионов мира, привлечения дублетных материалов из других ботанических учреждений. Осуществлены комплекс работ по рассылке гербарного материала и/или цифровых изображений гербарных листов растений и грибов по запросам в различные ботанические учреждения мира и прием поступающих из-за рубежа материалов. Продолжено развитие этого объекта в режиме коллективного пользования (*коллектив сотрудников БИН РАН*).

Направление 53. Общая генетика

Изучены основные закономерности эволюции кариотипов в филеме однодольных. Показано, что у однодольных, как и во всех других филогенетических ветвях цветковых растений, кариотипы и геномы неоднократно проходили через несколько последовательных стадий: геном/кариотип диплоид → акт межвидовой гибридизации → нестабильный неополплоид → квазистабильный эуполплоид → стабильный вторичный диплоид → межвидовая гибридизация (далее цикл повторяется). Исследована связь между основными закономерностями морфологической эволюции и особенностями кариотипов. Показано, что для криптофинных таксонов, сохраняющих архаичный набор морфологических признаков, но по

молекулярным данным относящихся к эволюционно-продвинутому филогенетическим ветвям, часто характерны высокие основные числа хромосом ($x=18-30$) и высокое содержание потенциально метилируемых сайтов CpG и CpNpG в рДНК, при специализации таксонов «выгорающих». Предположено, что высокие основные числа хромосом у криптафинных таксонов связаны с тем, что сохранение архаичного набора морфологических признаков в них коррелирует с задержкой вторичной диплоидизации кариотипов (д.б.н. А. В. Родионов., коллектив сотрудников Лаборатории биосистематики и цитологии).

Основные публикации

Книги

Достоевская Л. П., Лебедев П. А., Федотова В. Г. Сборник календарей «Сезонная жизнь природы Северо-Западного региона Европейской части России». Часть 1. Санкт-Петербург, Ленинградская область, республика Карелия. СПб.: «ИПП «Ладога», 2016. 238 с.

Достоевская Л. П., Лебедев П. А., Федотова В. Г. Сборник календарей «Сезонная жизнь природы Северо-Западного региона Европейской части России». Часть 2. Мурманская область, Новгородская область, Псковская область, Калининградская область. СПб.: «ИПП «Ладога», 2016. 286 с.

Зеленкевич Н. А., Груммо Д. Г., Созинов О. В., Галанина О. В. Флора и растительность верховых болот Беларуси. Минск: «СтройМедиаПроект», 2016. 244 с.

Камелин Р. В. Флора Земли. Барнаул: ООО «Пять плюс». 2016. 132 с.

Коллектив авторов. Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга (издание второе, исправленное и дополненное). СПб: Марафон. 176 с.

Коллектив авторов. Растительные ресурсы России: Компонентный состав и биологическая активность растений. СПб.; М: КМК, 2016. 250 с.

Коллектив авторов. Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины. М.: «Аквариус», 2016. 200 с.

Коллектив авторов. Памятники музейных Некрополей Санкт-Петербурга: бытование, материалы, диагностика сохранности. СПб: Изд-во ВВМ, 2016. 171 с.

Коллектив авторов. Изучение и сохранение природного и историко-культурного наследия ООПТ Псковской области // Ред.-сост. Г. Ю. Конечная, Г. Л. Косенков, С. А. Фетисов. Сб. науч. статей, посвященный 20-летию НП «Себежский». Себеж, 2016. 305 с.

Лянгузова И. В. Тяжелые металлы в северотаежных экосистемах России. Пространственно-временная динамика при аэротехногенном загрязнении. Saarbrücken, Deutschland: Lambert Academic Press, 2016. 268 с.

Носкова М. Г. Полевой атлас-определитель сфагновых мхов таежной зоны Европейской России. Тула: «Аквариус», 2016. 112 с.

Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. Лихенофлора Мордовского заповедника (аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников. М.: Изд. Комиссии РАН по сохранению биологического разнообразия и Мордовский заповедник, 2016. 46 с.

Коллектив авторов. Редкие растения и грибы: материалы для ведения Красной книги Республики Мордовия за 2016 г. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2016. 100 с.

Коллектив авторов. Biogenic-Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems. Switzerland, Springer International Publishing, 2016. 543 p.

Efimov P. G. A revision of *Platanthera* (Orchidaceae; Orchidoideae; Orchideae) in Asia. *Phytotaxa*. 2016. Vol. 254. № 1, 233 p.

Herman A. B., Golovneva L. B., Shchepetov S. V., Grabovsky A. A. The Late Cretaceous Arman Flora of Magadan Oblast, Northeastern Russia. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2016. Vol. 24. № 7. 110 p.

Flora of North America. North of Mexico. Vol. 12. Magnoliophyta: Vitaceae to Garryaceae. New York, Oxford: Oxford University Press, 2016. 603 p.

Карты

Коллектив авторов. Карта восстановленной (коренной) растительности Сарпинской низменности Республики Калмыкия. М. 1:500 000. Элиста: Изд-во ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», 2016. 1 лист.

Коллектив авторов. Карта современной растительности Сарпинской низменности Республики Калмыкия. М. 1:500 000. Изд-во ФГБОУ ВПО «Калмыцкий государственный университет им. Б. Б. Городовикова», 2016. 1 лист.

Коллектив авторов. Растительный покров Сарпинской низменности Республики Калмыкия. (Пояснительный текст к геоботаническим картам). Элиста: ЗАО «НПП “Джангар”», 2016, 134 с.

Учебники и учебные пособия

Коллектив авторов. Клиника, диагностика, лечение и судебно-методическая экспертиза отравлений грибами: пособие для врачей. СПб.: «ЭЛ-БИ-СПБ», 2016. 240 с.

Периодические издания института

Новости систематики высших растений // Отв. ред. д.б.н. Гельтман Д. В. СПб.: БИН РАН. 2016. № 47. 131 с.

Новости систематики низших растений // Отв. ред. д.б.н. Потемкин А. Д. СПб.: БИН РАН, 2016. Т. 50. 302 с.

Палеоботаника // Отв. ред. д.б.н. Головнева Л. Б. СПб.: Марафон, 2016. Т. 7. 96 с.

Растительность России // Отв. ред. к.б.н. Ганнибал Б. К., д.б.н. Матвеева Н. В. СПб: Бостон-спектр, 2016. № 28. 164 с.

Растительность России // Отв. ред. к.б.н. Ганнибал Б. К. и д.б.н. Матвеева Н. В. СПб: Бостон-спектр, 2016. № 29. 130 с.

Перечень спор и семян, предлагаемых Ботаническим садом Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова Российской академии наук. СПб.: БИН РАН, 2016. № 153. 68 с.

Экцикаты мохообразных России и сопредельных государств. Часть XI (№№ 451–500). СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 19 с.

Сборники

Proceedings of Fourth International Symposium on Plant Signaling and Behavior, Saint Petersburg, Russia, June 19–23, 2016 and School for Early Career and Young Scientists «Plant Stress Signaling», June 19–24, 2016 St. Petersburg. SIHEL Co.Ltd. 2016. 208 p.

Эмбриология, генетика и биотехнология. Материалы V Международной школы для молодых ученых, посвященной памяти члена-корреспондента РАН, профессора Татьяны Борисовны Батыгиной. Санкт-Петербург, 9–14 октября 2016. СПб: «Левша. Санкт-Петербург», 2016. 206 с.

Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы VI международной научной конференции 20–25 июня 2016 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб: ООО «СИНЭЛ», 2016. 430 с.

Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент. Материалы Первой международной научно-практической конференции 22–26 июня 2016 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб: ООО «Полиграфический комплекс». 2016. 129 с.

Материалы Всероссийской научной конференции «Ботаническая наука в России: история и современность», посвященной 100-летию Русского ботанического общества (1915–2015). СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 193 с.

Тезисы докладов IX чтения памяти А. Н. Криштофовича, 15–17 ноября 2016. СПб: БИН РАН, 2016. 25 с.

Статьи

Averyanov L. V. et al. New species of *Ophiopogon*, *Peliosanthes* and *Tupistra* (Asparagaceae s.l.) in the flora of Vietnam // *Nordic Journal of Botany* // 2016. Vol. 34. P. 23–37.

Chupov V., Machs E. Evolutionary analysis of long structured phylogenetic branches in Angiosperms // *Research and Reviews in BioSciences*. 2016. V. 11. № 1. P. 47–61.

Díaz S., S. N. Sheremet'ev et al. The global spectrum of plant form and function // *Nature*. 2016, Vol. 529, № 7585, P. 167–171.

Titova G. E., Seldimirova O. G., Kruglova N. N., Galin I. R., Batygina T. B. The phenomenon of “Syamese embryos” in grasses in vivo and in vitro: cleavage polyembryony and fasciations // *Russian Journal of developmental biology*. 2016. Vol. 47. N 3. P. 122–137.

Zmitrovich I. V., Kovalenko A. E. Lentinoid and polyporoid fungi, two generic conglomerates containing important medicinal mushrooms in molecular perspective // *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2016. Vol. 18. № 1. p. 23–38.

Мельник В. А., Александрова А. В., Новожилов Ю. К., Попов Е. С., Морозова О. В., Коваленко А. Е. Анаморфные грибы Вьетнама. VIII // *Микология и фитопатология*. 2016. Т. 50. N 6. С. 386–393.

Сазанова К. В., Власов Д. Ю., Шаварда А. Л., Зеленская М. С., Кузнецова О. А. Метаболомный подход в изучении литобионтных сообществ // *Биосфера*. 2016. Т. 8. № 3. С. 291–301.

Родионов А. В., Гнутиков А. А., Коцинян А. Р., Коцержуба В. В., Носов Н. Н., Пунина Е. О., Райко М. П., Тюна Н. Б., Ким Е. С. Последовательность ITS1–

5.8S рДНК–ITS2 в генах 35S рРНК как маркер при реконструкции филогении злаков (сем. Poaceae) // Успехи современной биологии. 2016. Т. 136. № 5. С. 419–438.

Опубликовано: 18 монографий (из них 3 в зарубежных издательствах), 2 научно-популярных издания, 13 сборников, 1 учебное пособие, 2 карты и 1 пояснительное пособие к ним, 356 статей, из них 329 – в реферируемых изданиях WoS, Scopus и РИНЦ, в том числе 119 – в зарубежных журналах.

ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД им. Н. В. ЦИЦИНА РАН

Директор – доктор биологических наук А. С. Демидов

Направление 52. Биологическое разнообразие

Подведены итоги многолетнего мониторинга динамики численности видов семейства орхидных Московской области. Наблюдения показали, что отдельные виды семейства могут появляться и некоторое время существовать на антропогенных нарушенных участках, в том числе на заброшенных полевых угодьях, промышленных отвалах, обычно там, где еще не сформировался напочвенный покров. *Listera ovata* (L.) R. Br., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, реже *Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soo, *Platanthera bifolia* (L.) Rich. на протяжении долгого времени сохраняются в подобных местообитаниях, а также в лесах, нарушенных из-за рекреации, на карьерах, на насыпном грунте, откосах транспортных магистралей. Умеренные рекреационные нагрузки не оказывают заметного влияния на численность *Goodyera repens* (L.) R. Br. Отдельные виды способны существовать и распространяться в городских местообитаниях (*Dactylorhiza fuchsii*, *Epipactis helleborine*, *Listera ovata*). Наблюдения показали, что наиболее существенное влияние на численность популяций некоторых видов оказали изменения влажности почвы, связанные в первую очередь с погодными условиями (продолжительные летние засухи), и природная сукцессия (возрастные смены структуры сообществ). Распространение видов на антропогенных местообитаниях связано с видовыми предпочтениями определенных стадий сукцессии растительного покрова (к.б.н. А. Н. Швецов).

Впервые подготовлены и опубликованы полные видовые очерки лишайников, занесенных и рекомендованных к занесению в Красные книги Ульяновской и Самарской областей. Опубликован раздел «Лишайники» во втором издании Красной книги Ульяновской области (д.б.н. М. В. Шустов).

Изучен комплекс таксонов рода Черёда (*Bidens* L.), произрастающих в Московской и Владимирской областях. Установлена неправомочность выделения формы *B. tripartita* f. *minima* (Lej.) Larss., миниатюрные размеры которой не наследуются, а зависят от неблагоприятных условий произрастания. Признак гигантизма у *B. tripartita* L., напротив, в некоторой степени наследуется, возможно, благодаря более крупным семянкам родительских особей. У таксона, который в последнее десятилетие трактовали как чужеродную североамериканскую *B. connata* Muhl. ex Willd., выявлены две разновидности, различающиеся по наследуемым морфологическим признакам и по отношению к уровню влажности почвы (д.б.н. Ю. К. Виноградова, к.б.н. М. А. Галкина).

Проведены морфологические, анатомические и биохимические исследования ариллузов семян у некоторых видов родов *Aristolochia*, *Celastrus*, *Euonymus*, *Euphorbia* и *Taxus*. Показано, что морфолого-анатомические признаки ариллузов, такие как его форма, морфологическая природа, число слоев клеток и строение клеток, можно использовать как дополнительные признаки при решении вопросов систематики представителей семейств Aristolochiaceae и Celastraceae. Высказано предположение, что ариллузы являются полифункциональными структурами, при этом функции ариллузов меняются в процессе их развития (к.б.н. Н. А. Трусов).

Обобщены результаты оригинальных исследований по флористическому изучению кубинских представителей рода *Talauma* (Magnoliaceae). Предложено выделять три таксона секции *Talauma* рода *Magnolia* на Кубе – *Magnolia minor*, *Magnolia oblongifolia* (León) Palmarola и *Magnolia orbiculata* (Britton & P. Wilson) Palmarola. Составлен ключ для определения выделенных видов, приведены данные по их распространению, охранному статусу, полезным свойствам, а также списки всех проанализированных гербарных образцов, хранящихся в крупнейших гербариях Кубы, США, Германии и России (к.б.н. М. С. Романов).

Проведено комплексное изучение особенностей цветения и побегообразования видов рода *Coelogyne* (Orchidaceae) флоры Вьетнама в условиях Фондовой оранжереи ГБС РАН, где в настоящее время произрастает 24 вида *Coelogyne*, или 70% от общего числа вьетнамских видов. На основании многолетних фенологических наблюдений составлены спектры цветения экспериментальных растений в оранжерейных условиях, проведена идентификация растений, впервые зацветающих в условиях Фондовой оранжереи, дана интродукционная оценка и выявлены особенности адаптации видов рода *Coelogyne* к оранжерейным условиям (д.б.н. Г. Л. Коломейцева, к.б.н. В. А. Антипина).

Изучено прорастание семян *Dendrobium nobile* Lindl. при культивировании в ассоциации с различными бактериями. Изолированные из ризопланы и внутренних клеток корней *Dendrobium moschatum* эндофитные ризобактерии, известные как PGPR (*Azospirillum*, *Enterobacter*, *Streptomyces*), и менее популярные штаммы (*Roseomonas*, *Agrococcus*) тестировали на выработку биологически активного ауксина. Бактеризация корней другой орхидеи, *Dendrobium nobile*, с несколькими вновь отобранными штаммами и ранее выделенными из них бактериями (*Mycobacterium sp.*, *Bacillus pumilus*) показала, что орхидеи не имели специфического предпочтения в отношении этих бактерий, но отказывались создавать ассоциации с *Streptomyces* и *Azospirillum*. Анализ взаимоотношений ассоциации орхидея – бактерия показал, что активные штаммы бактерий способны стимулировать прорастание семян орхидей, но не все известные PGPR являются полезными в построении ассоциативных структур с семенами орхидей (д.б.н. Г. Л. Коломейцева).

Проведен комплексный кладистический анализ молекулярно-генетических и морфологических данных о семействе Monimiaceae – одного из наиболее полиморфных семейств архаичных цветковых растений. Воссозданы гипотетические пути расселения семейства. Установлено, что наиболее древняя часть ареала семейства Monimiaceae – это территория современной

Африки, откуда, с одной стороны, через Антарктиду представители мониевых заселили Южную Америку, а с другой стороны, через Аравийский полуостров и Шри-Ланку проникли в Юго-Восточную Азию, Австралию, затем в Новую Зеландию, Новую Каледонию и оттуда на Мадагаскар (к.б.н. М. С. Романов).

Изучение особенностей роста воздушных корней полуэпифита *Monstera deliciosa* Liebm. выявило низкие абсолютные и относительные скорости роста в сочетании с очень длинной зоной растяжения. В отличие от обычных корней, удлинение клеток растяжением в зоне растяжения может продолжаться многие сутки, до месяца, а возможно, и более. Длина клеток коры растет прямо пропорционально расстоянию клеток от кончика. Это означает, что в них нет скачка относительной скорости роста с переходом к растяжению, который характерен для обычных корней. Распределение роста по длине зоны растяжения воздушных корней носит неравномерный характер. На протяжении зоны растяжения клетки ризодермы могут делиться, причем деления распределены неравномерно. Контакт соседствующих растущих полицитов (клеточных комплексов), предположительно, сопровождается скольжением друг относительно друга (интрузивный рост). На примере воздушных корней *Monstera deliciosa* показан особый тип организации роста корня с длинной зоной растяжения, мало похожий на рост обычных корней и схожий с ростом листьев, стеблей и сочных плодов двудольных (А. К. Еськов, к.б.н. В. А. Антипина).

Для оптимизации состава коллекции рода *Tulipa* L., в частности выявления степени родства фенотипически близких природных видов, проведен анализ состава ISSR-фрагментов у 7 видов: *Tulipa biflora* Pall., *T. bifloriformis* Vved., *T. urumiensis* Stapf, *T. tarda* Stapf, *T. turkestanika* Regel, *T. kaufmanniana* и *T. vvedenskyi*. В качестве исходного материала использованы растения, выращенные из семян, и клоны. Показано, что растения *T. biflora* образовали отдельный кластер, сестринский к группе, объединяющей *T. turkestanika* с *T. bifloriformis*, что может свидетельствовать об их более близком родстве, чем с *T. tarda*. Образцы природных видов, привлеченные в коллекцию из разных источников, такие как тюльпан туркестанский и тюльпан ложнодвухцветковый, с большей долей вероятности относятся к одному виду – *T. bifloriformis* Vved. и являются двумя клонами этого вида. Тюльпан поздний и тюльпан урумийский также сформировали единый кластер, отдельный от остальных видов. Образцы природных видов *T. tarda* и *T. urumiensis*, полученные из разных источников, практически неразделимы. Значительное сходство по составу ISSR-фрагментов указывает на то, что растения, поступившие в коллекцию как тюльпан урумийский, фактически являются желтоцветковой формой *T. tarda* (к.б.н. М. В. Семенова, Н. Н. Данилина).

В результате изучения криофильных фитопатогенных грибов выделен наиболее эффективный из четырех психротолерантных микогельминтов биоагент против розовой снежной плесени (*Aphelenchoides saprophilus*), разработаны методы его размножения, нормы внесения биоагента в посевы в полевых условиях. Однако этот микогельминт оказался не эффективным против возбудителя крапчатой снежной плесени – базидиомицета *Typhula ishikariensis* (д.б.н. О. Б. Ткаченко, к.б.н. А. Г. Щуковская).

Проведенный филогенетический анализ Polygoneae по данным ядерного участка *ITS1-2* и хлоропластных участков ДНК *trnL-F*, *rpl32-trnL* (^{UAG}) подтвердил разделение Polygoneae на две сестринские клады, в первую кладу вошли *Reynoutria*, *Muehlenbeckia* и *Fallopia*, во вторую – *Atraphaxis*, *Duma*, *Polygonum*, *Polygonella*. Молекулярное исследование 33 видов *Atraphaxis* (65 образцов) и 6 видов *Polygonum* секции *Spinescentia* показало, что оба рода являются широко полифилетичными. Наиболее интересен редкий и имеющий значительные морфологические отличия эндемик из Тянь-Шаня и Памира *Atraphaxis ovczinnikovii*, который попал с сестринскими кладами с *Atraphaxis* + *Polygonum* sect. *Spinescentia*. *Atraphaxis ovczinnikovii* (*Atraphaxis* sect. *Ovczinnikovia*) и принадлежит к недавно описанному роду *Bactria* (*Atraphaxis* sect. *Ovczinnikovia*), в который вошли два новых, морфологически и географически разных вида – *Bactria ovczinnikovii* и *B. lazkovii*, выявленные по данным филогенетического анализа, анализа вторичной ITS структуры, а также по строению околоцветника и пыльцы (к.б.н. О. И. Кузнецова).

В рамках исследования ископаемых печеночников в эоценовых ровенских янтарях выявлен новый для науки вид рода *Frullania*, относящийся к подроду *Frullania*. Этот вид наиболее сходен с представителями секции *Australes*, но при этом отличается формой брюшных лопастей листьев и признаками клеточной сети листа. Возможно, этот вид относится к вымершей группе рода, в пределах которой не осталось ныне существующих морфологически сходных таксонов. Из ископаемых данный вид наиболее сходен с видом *F. varians*, который был описан из балтийских янтарей и отнесен к подроду *Microfrullania* рода *Frullania* (к.б.н. Ю. С. Мамонтов, д.б.н. М. С. Игнатов).

Ранее не отмеченный в России род печеночных мхов *Gymnomitrium* обнаружен в сборе из высокогорий Приморского края и Хабаровского края. Российский материал по морфологии соответствует типу таксона *Marsupella parvitexta*, который был описан из Японии, но позже сведен в синонимы с арктомонтаным евроазиатским видом *Gymnomitrium commutatum*. Сделан вывод о целесообразности восстановления видовой самостоятельности *Marsupella parvitexta*, выполнения новой номенклатурной комбинации *Gymnomitrium parvitextum* (= *Marsupella parvitexta*), связанной с необходимостью перемещения этого таксона в род *Gymnomitrium*, и описания этого вида как нового для России. Существенно уточнена номенклатура таких видов *Gymnomitrium*, как *G. reflexifolium*, *G. verrucosum*, *G. papillosum* (к.б.н. Ю. С. Мамонтов).

На основании данных по последовательностям ITS ядерной ДНК восстановлен статус самостоятельного вида для мха *Bryoxiphium japonicum* (класс Bryophyta), который считали подвидом *B. norvegicum*. Выявлены новые признаки, позволяющие отличить *Bryoxiphium japonicum* от *B. norvegicum* (д.б.н. М. С. Игнатов, к.б.н. О. И. Кузнецова).

В ходе бриологической экспедиции в Якутию на хребте Сетте-Дабан уточнено распространение *Andreaeobryum*, представителя отдельного класса мхов *Andreaeobryopsida*, который был впервые найден в Евразии в 2015 году. Найдено еще 6 точек, хотя только в гольцовом поясе вид способен нормально развивать спорофиты (д.б.н. М. С. Игнатов, к.б.н. У. Н. Спирина).

В рамках долговременного мониторинга флоры детально изученных территорий продолжено изучение закономерностей изменения флоры Калужской области – в заповеднике «Калужские Засеки» и в национальном парке «Угра». В заповеднике отмечено 28 новых видов и гибридов, среди них 14 аборигенных видов и гибридов и 10 адвентивных видов. Исчезли или стали очень редкими 34 вида растений, среди них 4 адвентивных и 9 синантропных. Наблюдается формирование новых гибридов. Миграция из сопредельных районов, по-видимому, идет по долинам рек, преимущественно с юга и запада, однако некоторые виды могли расселиться по рекам региона с севера из долины Оки. В национальном парке «Угра» угрозу аборигенным сообществам может представлять расселение адвентивных видов. Показана необходимость организации более строгого режима охраны территорий, находящихся в охранной зоне национального парка в долине Оки, для сохранения редких видов сосудистых растений. В Белгородской области в заповеднике «Белогорье» на участках Лес-на-Ворскле и Острасьева Яры отмечены, соответственно, 31 и 34 новых вида, многие из которых быстро расселяются в Нечерноземной зоне, в основном по поймам рек и по лесным опушкам (д.б.н. Н. М. Решетникова).

Проведено сравнение количества и компонентного состава эфирного масла в листьях и соцветиях 4 инвазионных и 1 местного вида рода *Solidago* L. в различных фазах онтогенеза. У местного вида *S. virgaurea* L. листья и соцветия содержат следовые количества эфирного масла (0,03–0,05%). У чужеродных инвазионных видов количество эфирного масла в этих органах увеличивалось в ряду *S. gigantea* Ait. (до 0,16%) → *S. rupestris* Raf. (= *S. canadensis* var. *rupestris* (Raf.) Porter (до 0,22%) → *S. canadensis* L. (до 0,44%) → *S. graminifolia* (L.) Salisb. (0,55%). Соотношение основных компонентов видоспецифично. Чужеродные инвазионные виды *Solidago* превосходят аборигенную *S. virgaurea* и по количеству эфирного масла, и по большему разнообразию его основных компонентов. Существенное отличие *S. graminifolia* по компонентному составу эфирного масла поддерживает правоту выделения этого вида в отдельный род *Euthamia* (Nutt.) Cass. (к.б.н. О. В. Шелепова, д.б.н. Ю. К. Виноградова, Л. С. Олехнович).

Основные публикации

Семихов В. Ф., Новожилова О. А., Арефьева Л. П., Прусаков А. Н., Мишина Е. В. Аминокислотный состав семян покрытосеменных и голосеменных растений (в таблицах). М.: ГЕОС, 2016. 102 с.

Трейвас Л. Ю. Защита плодовых, огородных и декоративных растений от болезней и вредителей (Атлас-определитель). М.: Фитон XXI, 2016. 160 с.

Трейвас Л. Ю., Капитанова О. А. Болезни и вредители плодовых и ягодных культур (Атлас-определитель). 3-е испр. и доп. издание. М.: Фитон XXI, 2016. 352 с.

Бюллетень Главного ботанического сада. Выпуск 202. № 1. 2016. 98 с.

Бюллетень Главного ботанического сада. Выпуск 202. № 2. 2016. 98 с.

Бюллетень Главного ботанического сада. Выпуск 202. № 3. 2016. 98 с.

Бюллетень Главного ботанического сада. Выпуск 202. № 4. 2016. 98 с.

Информационный бюллетень Совета ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук. Выпуск 5 (28). 2016. 136 с.

Информационный бюллетень Совета ботанических садов стран СНГ при Международной ассоциации академий наук. Выпуск 6 (29). 2016. 124 с.

Опубликовано: 3 справочника, 1 глава в коллективной монографии, 6 выпусков журналов; 202 научные статьи, из них 181 статья на русском языке в российских журналах и 21 статья на иностранном языке, в том числе 8 статей в иностранных журналах.

ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН

Директор – академик РАН О. Н. Пугачев

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Проведены III Всероссийская конференция с международным участием «Современные проблемы эволюционной морфологии животных» и школа для молодых специалистов и студентов «Современные проблемы эволюционной морфологии животных» к 110-летию со дня рождения акад. А. В. Иванова (26.09.2016 – 01.10.2016). В работе конференции и школы приняло участие 273 ученых. Были рассмотрены и обсуждены новейшие достижения в области изучения эволюционной морфологии беспозвоночных и позвоночных животных, функциональной морфологии, эволюции онтогенезов, морфогенезов и регенерации, роль эволюционной морфологии в систематике и филогении.

Впервые с помощью конфокальной лазерной микроскопии и иммуногистохимии изучена нервная система (НС) паразита икры осетровых рыб книдарий *Polypodium hydriforme* – единственного вида нового класса книдарий Polypodiozoa, который вместе с Мухозоа составляет сестринскую группу Medusozoa. Показано, что НС полиподиума представлена двумя нервными сплетениями. Поверхностное FMRFамид-иммунореактивное сенсорное связано с книдоцитами и располагается базиэпителиально в щупальцах и вокруг рта. Глубже лежит тубулин-иммунореактивное сплетение, осуществляющее иннервацию мышц. Книдоциты в щупальцах встроены в правильную гексагональную сеть не нервной природы, образованную тубулин-иммунореактивным цитоскелетом клеток эпидермиса. Полученные результаты важны для понимания ранней нейрофилогении многоклеточных и эволюции Cnidaria и Мухозоа (к.б.н. О. И. Райкова, д.б.н. Е. В. Райкова).

С помощью иммуногистохимических методов и конфокальной лазерной микроскопии получены принципиально новые данные по прикрепительным органам (гапторам) у двух видов паразитических плоских червей-моногоней из рода *Dactylogyrus*. Выявлены особенности организации разных прикрепительных крючьев, проведена идентификация гомологичных мышц у разных представителей надсемейства Dactylogyroidea, в которое входит род *Dactylogyrus*, и сделан ряд выводов об эволюции мускулатуры гаптора в пределах этой группы (к.б.н. А. А. Петров, к.б.н. П. И. Герасев).

Проведено детальное исследование личиночного развития нервной системы (НС) полихеты *Platynereis dumerilii*. Изучено становление серотонин-

FMR-амид- и катехоламинергических отделов НС. Убедительно показано, что апикальный орган в ходе развития личинки не уничтожается, а почти полностью входит в состав формирующегося церебрального ганглия. Сопоставление полученных данных позволяет предположить, что НС личинки этого вида в значительной степени упрощена в связи с переходом к лецитотрофному типу развития. Полученные данные расширяют представления о ранних этапах формирования нервной системы в ходе онтогенеза Lophotrochozoa (к.б.н. В. В. Старунов, д.б.н. Л. П. Незлиный, д.б.н. Е. Е. Воронежская).

При исследовании паразитического ракообразного *Polyascus polygina* (Cirrhipedia: Rhizosephala) выявлена необычная организация мышечной системы интерны (части тела паразита, прорастающей ткани краба-хозяина). Мышцы представлены отдельными звездчатыми конструкциями, соединенными между собой тонкими волокнами. Подобное строение мышечной системы может обеспечивать локальные сокращения интерны, способствуя тем самым ее омыванию гемолимфой хозяина, из которой паразит адсорбирует питательные вещества (А. А. Мирюлюбов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

В результате анализа особенностей трансмиссии гельминтов в экосистемах побережья морей Арктики и Субарктики определены возможные тренды в динамике паразитологической ситуации в ходе происходящего потепления Арктики: 1) проникновение в высокие широты видов гельминтов с жизненными циклами, в которых имеются свободноживущие личинки, а промежуточными хозяевами служат бореальные беспозвоночные и рыбы; 2) трансарктический перенос гельминтов из Северной Пацифики в Северную Атлантику и наоборот; 3) пролонгирование сезонного «окна трансмиссии» паразитов (теплый период, в течение которого возможно «окно трансмиссии» паразитов), что может повлечь за собой усиление паразитарного пресса на популяции животных-хозяев (д.б.н. К. В. Галактионов).

На примере *Trichogramma telengai* впервые детально исследована так называемая «материнская температурная реакция», заключающаяся в том, что температурные условия развития материнских самок детерминируют диапаузу потомства. Показано, что период чувствительности самок к температуре совпадает с периодом чувствительности к фотопериоду. Эти данные весьма важны для расшифровки механизмов материнской температурной и фотопериодической реакций, предположительно базирующихся на эпигенетическом наследовании (д.б.н. С. Я. Резник).

Анализ и сопоставление поло-специфичных уровней филопатрии и выживаемости у птиц показало, что у самок по сравнению с самцами повышен уровень смертности и уровень natalной и гнездовой дисперсии, а у самцов уровень филопатрии и выживаемости выше, чем у самок (д.б.н. Л. В. Соколов, к.б.н. А. Л. Цвей).

Изучено влияние ориентации субстрата и освещенности на формирование сообщества морского обрастания. На верхних освещенных поверхностях субстратов, помещенных в море, развиваются водорослевые обрастания, тогда как прикрепленные животные образуют массовые поселения на затененных поверхностях. Установлено, что в пионерных сообществах в

борьбе за субстрат водоросли более конкурентоспособны, чем большинство видов прикрепленных животных. Кроме того, альгоценозы более устойчивы к негативным изменениям условий внешней среды, чем зооценозы. По всей видимости, известное преимущественное оседание личинок некоторых животных на затененные поверхности является адаптацией, позволяющей избегать конкуренции с водорослями (к.б.н. В. В. Халаман, к.б.н. А. Ю. Комендантов).

В северо-западной части Белого моря (губа Чупа) зарегистрировано долговременное смещение сроков весеннего прогрева воды. Сроки прогрева воды до 3 °С (начало гидрологической весны) и 5 °С (начало гидрологического лета) сместились на более ранние даты на 18 и 28 дней, соответственно, за период 1961–2015 (Рис. 1 В). Эти изменения повлекли за собой смещение фенологии холодолюбивых (*Calanus glacialis*) (Рис. 1 А) и теплолюбивых (*Temora longicornis* and *Centropages hamatus*) видов планктонных копепод (Рис. 1 Б). В частности, сроки появления копеподитов первой стадии у всех трех изученных видов тоже сместились на более ранние даты (*Calanus* – 22 дня, *Centropages* – 33 дня и *Temora* – 41 день). Однако, судя по динамике плотности популяций этих видов, такое смещение не вызвало ни положительного, ни отрицательного эффекта (к.б.н. Н. В. Усов, к.б.н. Д. М. Мартынова, И. П. Кутчева).

Анализ изменения массы тела птиц – дальних мигрантов, отлавливаемых на Куршской косе Балтийского моря с 1960 года, – у трех видов из четырех показал тенденцию к увеличению массы тела с годами. У всех исследованных видов выявлена значимая положительная связь между массой тела и климатическим индексом Северо-Атлантического Колебания (САК), а также весенней (апрельской) температурой воздуха в Балтийском регионе. В годы с теплой и ранней весной дальние мигранты встречают благоприятные кормовые условия в местах остановок на трассе миграции, что способствует накоплению необходимых для полета жировых резервов и увеличению массы тела. Изменение климата повлияло не только на сроки весенней миграции птиц в Европе, но и на физиологическое состояние мигрирующих птиц (д.б.н. Л. В. Соколов, к.б.н. А. Л. Цвей).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Сведения о новых таксонах, описанных сотрудниками ЗИН РАН в 2016 году: 243 новых вида, 40 новых родов, других новых таксонов – 33, переописано, сведено в синоним и др. – 251.

По целому черепу из средне-верхнеэоценовой свиты Юганво в бассейне Маоминг, провинция Гуандон, Китай, описан новый род и вид нимравид *Maofelis cantonensis*. Это плезиоморфный таксон нимравид, сходный с *Nimravidae* indet. из Керси (Франция) отсутствием вентрального выступа гленоидного и мастоидного отростков, плоским базикранием и присутствием P1. Верхний клык менее уплощен по сравнению с другими *Nimravidae*. *Maofelis cantonensis* gen. et sp. nov. документирует самую раннюю стадию развития саблезубой специализации, характерной для *Nimravidae*. Открытие этого таксона, вместе с другими находками нимравид в среднем-позднем эоцене Азии, свидетельствует, что происхождение и ранняя радиация семейства

Nimravidae имело место в Азии. Эта группа распространилась в Северную Америку в позднем эоцене и в Европу в раннем олигоцене. Дальнейшая, олигоценовая радиация семейства проходила в Северной Америке и Европе, тогда как в Азии данная группа в это время исчезает, вероятнее всего из-за раннего распространения открытых ландшафтов на этом континенте (д.б.н. А. О. Аверьянов).

Проведено сравнительное исследование морфологической дифференцировки у двух видов хорей, *Mustela putorius* и *M. eversmanii* (Mammalia, Carnivora). Эти два близкородственных вида сходны по размерам, образу жизни и времени происхождения. Анализ краниологических признаков показал, что два вида хорей занимают разные ниши в морфологическом пространстве. Морфологическое разнообразие лесного хоря выше, чем у степного. Наблюдаемые различия, вероятно, могут быть связаны с экологическими характеристиками вида, но не с филогенетическими. Более высокий уровень морфологической диверсификации *M. putorius* может отражать адаптацию лесного хоря к биотопам умеренных широт с широким спектром потенциальной добычи, в то время как *M. eversmanii* возник и эволюционировал в условиях вынужденной пищевой специализации в более суровых аридных местообитаниях (к.б.н. А. В. Абрамов).

Предложены оригинальная концепция происхождения отряда жесткокрылых насекомых (Coleoptera) и схема его последующей дивергенции с учетом новых палеонтологических и морфологических данных. Рассмотрены апоморфии отряда в целом, подотряда Archostemata, семейства Cupedidae и его подсемейств, что позволило реконструировать предполагаемый облик предка жуков, его образ жизни, особенности жизненного цикла и развития. Выявленные черты этого предка дают основание предполагать, что отряд жуков имеет близкое родство с другим крупнейшим в современной фауне отрядом перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera). Описаны новые таксоны высокого ранга: два семейства, подсемейство, триба и несколько современных и ископаемых родов. Показана эффективность таких новых инструментов исследования ископаемых насекомых, как электронная растровая и конфокальная микроскопия, рентгеновская микротомография, а также трехмерная реконструкция с использованием современных компьютерных программ (д.б.н. А. Г. Курейчук с соавторами).

По данным молекулярно-генетических и морфологических исследований описано новое семейство моноблефарид (Chytridiomycota) Sanchytriaceae, новый род и вид *Sanchytrium tribonematis*; новый род и вид афелиды *Paraphelidium tribonemae* и новый вид афелиды *P.letcheri*. Впервые получены данные по молекулярной филогении хитридиомицета рода *Polyphagus*, подтверждающие выделение самостоятельного порядка для этого рода. Изучен и описан новый род и вид хищного жгутиконосца *Develorapax marinus* и выдвинута гипотеза о его близости к бесцветному предку Ochrophyta. На живых культурах фораминифер in vitro изучены питание, уникальная локомоция, построение новых камер и цист, процессы полового и бесполого размножения милиолид. Молекулярно-генетический анализ архамеб, выполненный с привлечением оригинальных последовательностей генов 18S рРНК типовых таксонов мастигамеб и пеломикс, показал несостоятель-

ность «морфологической» концепции выделения таксонов родового уровня у этих протистов (д.б.н. С. А. Карпов, д.б.н. С. О. Фролов, д.б.н. В. Н. Михайлич, к.б.н. М. Н. Малышева).

Показано, что расположение поселений донных беспозвоночных с карбонато-арагонитовыми скелетами в арктических водах зависит от совместного влияния содержания кислорода, температуры, солености воды и величины гидростатического давления. Предполагается, что причиной этого является направленность процессов растворения или осаждения CaCO_3 в карбонатно-буферной системе морских вод. Наибольшее содержание карбоната кальция в осадках Баренцева моря наблюдается в районах с положительной среднегодовой температурой. Преимущественно в этих же районах располагаются высокопродуктивные поселения губок, усоногих раков, двустворчатых моллюсков и иглокожих (д.б.н. С. Г. Денисенко).

За семилетний период изучения состава и распространения панцирных моллюсков в Южно-Китайском море обнаружено 68 видов: из них 43 вида отмечено для района впервые и 20 описаны как новые для науки (д.б.н. Б. И. Сиренко).

Выполненное по фауне мшанок биогеографическое районирование показало, что шельфовая зона вокруг Фарерских островов относится к Норвежской провинции высоко-бореальной подобласти Атлантической бореальной области. Фареро-Исландский порог и континентальный склон до глубины 800 м представляют собой переходную зону между бореальной Атлантической и Арктической биогеографическими областями (к.б.н. Н. В. Денисенко).

Впервые получены количественные показатели, отражающие степень изученности фауны перьевых клещей – эктопаразитов различных таксономических групп птиц, на территории различных континентов и 147 стран. Основой для анализа послужили сведения по мировой фауне перьевых клещей, впервые обобщенные средствами оригинальной базы данных (всего 12 036 записей для 1887 видов перьевых клещей-паразитов 2234 видов птиц) (д.б.н. С. В. Миронов).

Реконструирована филогения клещей сем. Harpirhynchidae (Acariformes: Cheyletoidea) – постоянных паразитов птиц. Судя по анализу признаков внешней морфологии, данная группа клещей является сборной: она представлена тремя основными кладами, клещи каждой из которых перешли к паразитизму на птицах независимо (д.б.н. А. В. Бочков).

Методом световой растровой электронной микроскопии впервые исследована тонкая организация стилостомов двух видов краснотелковых клещей, являющихся основными переносчиками возбудителей лихорадки цуцугамуши. Показано принципиальное сходство строения ротового аппарата. На примере представителей ряда видов сухопутных краснотелковых и водяных клещей установлены различия в тонком строении коксальных желез личинок, обусловленные различиями условий среды обитания (д.б.н. А. Б. Шатров).

Опубликованы обзор работ по строению кинетиды хоанофлагеллат и каталог коллекции паразитических протистов (CCPP ZINRAS). В результате

молекулярно-генетических и морфологических исследований описаны новое семейство моноблефарид Sanchytriaceae, новый род и вид *Sanchytrium tribonematis*; новый род и вид афелиды *Paraphelidium tribonemae* и новый вид афелиды *P. letcheri*. Впервые получены данные по молекулярной филогении хитридиомицета рода *Polyphagus*, подтверждающие выделение самостоятельного порядка для этого рода. Изучен и описан новый род и вид хищного жгутиконосца *Develorapax marinus* и выдвинута гипотеза о его близости к бесцветному предку Ochrophyta. Исследование кинетиды у хоаноцитов губок Heteroscleromorpha и обобщение прежних данных по демоспонгиям позволило установить 3 типа строения кинетиды у хоаноцитов губок и обсудить форму кинетиды у предка демоспонгий (д.б.н. С. А. Карпов, д.б.н. А. О. Фролов, к.б.н. М. Н. Малышева).

Направление 53. Общая генетика

Показано, что малоизученная группа трипаносоматид (р. Blastocriethidia) обладает новым вариантом ядерного генетического кода, в котором все три стоп-кодона кодируют аминокислоты (UAA и UAG глутаминовую кислоту, а UGA – триптофан). В то же время UAA и UAG сохраняют функцию терминирования трансляции. Это исследование позволяет по-новому взглянуть на эволюцию генетического кода у эукариот (к.б.н. А. Ю. Костыгов с соавторами).

Основные публикации

Алимов А.Ф. Еще раз об экологии. М. – СПб: Тов-во научных изданий КМК, 2016. 62 с.

Архипова О. Е., Запорожец В. Ю., Ковалев О. В., Лихтанская Н. В., Петкова Н. В., Селютин Н. В., Селина И. Н., Сурков Ф. А., Титова Л. И., Тютюнов Ю. И., Ушканов А. В., Ушканова Е. В. Системный анализ и математическое моделирование сложных экологических и экономических систем. Теоретические основы и приложения. Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 180 с.

Гаврилова Н. А., Белова Л. М., Василевич Ф. И. Демодекоз: от теории к практике. М.: ЗооВетКнига, 2016. 104 с.

Гонтарь В. И. Мшанки. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 2. Зообентос // Под ред. В. Р. Алексева, С. Я. Цалолыхина. М. – СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2016. С. 153–163.

Дубинина Е. В., Алексеев А. Н. Поэма о блохе. Блохи – домашние или домовые животные? (Серия «Разнообразие животных». Вып. 10). М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 100 с. (16 с. цв. вкл.).

Ковалева Т. В., Исаченко Г. А., Резников А. И., Храпцов В. Н., Волкова Е. А., Доронина А. Ю., Конечная Г. Ю., Цвелев Н. Н., Глазкова Е. А., Курбатова Л. Е., Андреева Е. Н., Потемкин А. Д., Леушина Э. Г., Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С., Кузнецова Е. С., Катаева О. А., Конорева Л. А., Ковальчук Н. А., Коткова В. М., Морозова О. В., Попов Е. С., Мильто К. Д., Иовченко Н. П., Бубличенко Ю. Н., Храбрый В. М., Бубличенко А. Г. «Атлас особо охраняемых тер-

риторий Санкт-Петербурга» // Отв. ред. В. Н. Храмцов, Т. В. Ковалева, Н. Ю. Нацваладзе. СПб.: Типография Дитон, 2016. 176 стр.

Кос М. С. Веслоногие ракообразные семейств Stephidae и Temoridae (Copepoda: Calanoida) морей России и сопредельных вод. (Определители по фауне России, издаваемые ЗИН РАН, вып. 179). СПб, 2016. 108 с.

Коэволюция паразитов и хозяев. Труды Зоологического института РАН. Приложение 4. Том 320. СПб: Издательство ЗИН РАН, 2016.

Плотников И. С. Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря // Под ред. Н. В. Аладина. СПб: ЗИН РАН, 2016. 168 с.

Храбрый В. М. Охотничьи животные Ленинградской области. СПб.: Издательство СПбГУ, 2016. 328 с.

Цалолыхин С. Я. (ред.) Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 2. Зообентос. М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 456 с.

Frolov A. V., Montreuil O. & Akhmetova L. A. Review of the Madagascan Orphninae (Coleoptera: Scarabaeidae) with revision of the genus Triodontus Westwood. Magnolia Press, Auckland. (Zootaxa Monograph, 4207.1), 2016. 93 pp.

Mecklenburg C. W., Mecklenburg T. A., Sheiko B. A., Steinke D. Pacific Arctic Marine Fishes // Akureyri, Iceland: Conservation of Arctic Flora and Fauna, 2016. vi+398 p.

Shamshev I. V. An annotated checklist of empidoid flies (Diptera: Empidoidea, except Dolichopodidae) of Russia. St. Petersburg. ZIN RAS. 184 с. (Труды Русского энтомологического общества, том 87), 2016.

Abramov A. V., Puzachenko A. Yu., Tumanov I. L. Morphological differentiation of the skull in two closely-related mustelid species (Carnivora: Mustelidae) // Zoological Studies, Vol.55: 1, 2016.

Averianov A. O., Obraztsova E. M., Danilov I. G., Skutschas P. P., Jin J. First nimravid skull from Asia. Scientific Reports. 6, 2016.

Опубликовано: 14 монографий и 24 сборника, из них 26 на русском языке и 12 на иностранных языках; 69 глав в монографиях; 439 статей, из них 169 на русском и 270 на иностранных языках; 198 тезисов.

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ГЕНЕТИКИ

им. Н. И. ВАВИЛОВА РАН

Врио директора – доктор биологических наук А. М. Кудрявцев

Направление 53. Общая генетика

Выявлена локализация генетических барьеров, сегментирующих генетический фонд человечества на несколько зон. Точно оценен и картографирован вклад древних видов человека в генетические фонды современных популяций. Вклад неандертальцев оказался нулевой в Африке, составляет 1–2% у европейцев и около 3% в Восточной Азии. Вклад денисовцев – еще более древней ветви человечества – тоже нулевой в Африке, практически нулевой по всей Евразии, но в Австралии становится заметен (д.б.н. О. П. Балановский).

Разработана методика приготовления полногеномных библиотек с большим размером вставки (> 400 п. н.) на основе древней ДНК, на примере шерстистого мамонта. Методика включает предварительное фракционирование тотальной ДНК, выделенной из древних останков, а также использование набора реагентов TruSeq Nano DNA Library Prep Kit (Illumina) и модифицированного протокола для амплификации приготовленной библиотеки. Подготовленные таким образом фрагментные геномные библиотеки могут быть секвенированы на приборах для глубокого секвенирования Illumina с длиной прочтений 250 + 250 п. н. Полученные данные могут быть использованы для de novo сборки геномов древних и вымерших организмов.

Продолжены исследования полных геномных последовательностей различных видов животных, в том числе вымерших, с использованием технологии масштабного параллельного секвенирования. Определены полные геномные последовательности вымершего животного стеллеровой коровы. Полученные в результате анализа данные использованы для реконструкции нуклеотидных последовательностей генов и аминокислотных последовательностей соответствующих белков стеллеровой коровы, потенциально связанных с приспособлением к жизни в холодной воде. Проведены предварительные работы для реконструкции полногеномной последовательности мамонта (д.б.н. Е. И. Погаев).

В рамках концепции «белковой наследственности» охарактеризован новый тип наследования признаков. В ходе протеомного скрининга кандидатов на роль функциональных амилоидов в мозге крысы *Rattus norvegicus* выявлен функциональный амилоидный белок Fxr1, регулирующий долговременную память и эмоциональное состояние. Этот белок представлен в мозге в виде SDS-устойчивых агрегатов, которые предохраняют молекулы мРНК от деградации (д.б.н. А. П. Галкин).

Исследована генетическая структура девяти пород овец, разводимых на территориях России и Монголии. Выявлены видоспецифичные и породоспецифичные фрагменты ДНК. Впервые получена информация о генетическом разнообразии овец теленгитских и буубей. Оценены основные параметры генетического разнообразия и структуры пород, определены филогенетические связи и генетические дистанции между изучаемыми породами. Впервые получены данные по изменчивости гена эстрогенового рецептора *ESR-ex1* в пяти выборках романовской породы овец, а также в выборках из пород пол дорсет (Poll Dorset) и суффолк (Suffolk) российской селекции из племенных предприятий Ярославской области (д.б.н. Ю. А. Столповский).

Выявлены 42 ключевых транскрипционных фактора, которые участвуют в развитии патологии псориаза, регулируя процессы воспаления, активность Т-клеток в псориазных очагах, гиперпролиферацию и миграцию кератиноцитов, а также липидный метаболизм. Установлено, что пониженная экспрессия транскрипционного фактора FOXA1, которая была выявлена во всех проанализированных образцах, играет важную роль в развитии псориаза, ингибируя созревание наивных Т-лимфоцитов в регуляторную субпопуляцию (к.б.н. С. А. Брускин).

При сравнительном исследовании клеток пациентов с синдромом Дауна, характеризующихся высокой радиочувствительностью, и клеток здоровых доноров обнаружены достоверные различия в уровнях экспрессии ряда генов и микроРНК, контролирующей клеточный гомеостаз при воздействии радиации. Выявлен дисбаланс в экспрессии генов и микроРНК в клетках пациентов с синдромом Дауна, обработанных антимутагенами (д.б.н. А. В. Рубанович).

Разработана изогенная система генетического репрограммирования соматических клеток человека и на ее основе получены количественные и качественные данные по наличию соматической памяти трех типов клеток, а именно – фибробластов, нейронов и пигментного эпителия. Использование репрограммированных в нейроны клеток кожи больных хореей Гентингтона показало, что мутантный белок нарушает строение ядра, функцию лизосом и гомеостаз кальция (д.б.н. С. Л. Киселев).

С помощью микросателлитных маркеров, разработанных для сибирской кедровой сосны, проведен анализ генетической структуры популяций вида, представляющих все основные лесосеменные районы. Выявлены три группы популяций: 1) Северо-Востока Европейской части РФ (Корткерос, Коми), 2) Забайкалья и Якутии (Кыра, Алдан, Ленск) и 3) остальные популяции, представляющие Западную и Среднюю Сибирь. Данные могут быть использованы для уточнения лесосеменного районирования и создания базы данных по молекулярным маркерам для контроля незаконных рубок древесины (д.б.н. Д. В. Политов).

Проведен генетико-демографический анализ адаптивных стратегий мигрантов в условиях мегаполиса. Изучены межэтнические различия генетических параметров воспроизводства в мегаполисах России на основе анализа материалов демографической статистики (д.б.н. О. Л. Курбатова).

Изучено распространение шести РНК-содержащих вирусов пчел на территории Удмуртии и других регионов России методом ОТ-ПЦР. Показан высокий уровень инфицирования, а также выявлены вирусы у переносчика – паразитарного клеща *Warrao destructor* (д.б.н. И. Г. Удина).

Составлен каталог из 59 генов бактерий микробиоты человека, определяющих коммуникативные и адаптивные свойства бактерий, который включает следующие группы: потенциальные нейромодулирующие гены, иммуномодулирующие, антиоксиданты, гены адгезивной активности. Идентифицированные гены бактерий кишечной микробиоты, контролирующие синтез ГАМК, и гены, чья транскрипция активируется в присутствии катехоламинов, рассматриваются как гены, обуславливающие коммуникацию бактерий микробиоты с организмом хозяина в экстремальных условиях. Используя биоинформативные подходы: базу данных NCBI и blastn программу, был проведен сравнительный анализ доступных геномов бифидобактерий вида *Bifidobacterium longum*, как российского происхождения, так и выделенных в различных странах мира, с целью выявления уникальных пробиотических генов, характерных для российской популяции. Было установлено, что российские штаммы *Bifidobacterium longum* имеют наиболее схожие профили по пробиотическим генам. Наибольшее различие по генным профилям наблюдается по коммуникативным генам поверхност-

ных структур и секретируемых гидролаз, что отражает различные адаптивные особенности штаммов, выделенных из разных мест обитания (хозяев) (д.б.н. В. Н. Даниленко).

Проведено сравнительное исследование 20 образцов *Aegilops columnaris* с U^cU^cX^cX^c геномным составом. Установлено, что в соответствии со структурой кариотипа и рисунками бэндинга вид делится на две группы. В пределах обеих групп выявлен значительный полиморфизм по рисункам дифференциального окрашивания и хромосомным перестройкам. Проведено изучение вторичной структуры пре-мРНК интрона гена *nad1*, относящегося к самосплайсирующимся интронам группы II 20 представителей секции *Malus*, и 10 отечественных сортов *M. domestica*. Проведен молекулярный анализ аллельного состава генов *Vrn-1* и *PPD-D1* на выборке из 48 сортов мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции. Получена серия новых трансгенных растений табака с геном дефензина звездчатки в составе четырех разных векторных конструкций. Изучены 142 гибридные комбинации (44 – озимая, 97 – яровая пшеница), по отягощенности генома гибридной летальностью включающие как новые районированные сорта, так и 19 образцов перспективных пшенично-пырейных гибридов (ППГ).

Проведен генетический мониторинг сортов ярового ячменя с использованием системы полиморфных генов (локусов) запасных спирторастворимых белков зерновки. Выявлена тенденция снижения доли гетерогенных сортов ярового ячменя, обусловленная, в основном, интродукцией гомогенных по гордеин-кодирующим локусам сортов иностранной селекции. Установлено возрастание полиморфизма гордеин-кодирующих локусов у современных сортов ярового ячменя. Впервые исследован полиморфизм проламинов вида *Elymus farctus*. Показано, что проанализированная популяция обладает высоким уровнем гетерогенности. Электрофоретические спектры проламинов представителей вида существенно отличаются от мягкой пшеницы. Полученные данные имеют важное значение для систематики злаков, в частности позволяют отнести данный вид к представителям подтрибы *Hordainae* трибы *Triticeae* (д.б.н. А. М. Кудрявцев).

Продолжается работа по улучшению системы PERFECTOS_APE для анализа возможных последствий нуклеотидных замен в регуляторных районах геномов человека и мыши. Проведен анализ более 10 тканей и более 30 транскрипционных факторов ENCODE, позволяющих оценить роль данных по доступности хроматина и профилю экспрессии генов для связывания регуляторных факторов. Разработаны алгоритмы и программы для анализа функциональных участков, в которых происходят замены (чл.-к. В. Ю. Макеев).

Выявлены влияние ранней социо-эмоциональной среды (семейное окружение) на становление паттернов метилирования ДНК и моделирующая роль последних в психоэмоциональном и когнитивном развитии. Показано, что стабильно неблагоприятная обстановка в семье и низкий уровень связи родитель–ребенок ассоциирован с эпигенетическими изменениями в геномах детей, которые, в свою очередь, могут оказывать негативный эффект на становление поведенческого профиля ребенка (д.б.н. О. В. Жукова).

Предложен двухступенчатый подход к изучению популяционной структуры вида, основанный на совместном использовании экологических, гео-

графических и генетических данных: (1) популяции группируют в *эко-географические единицы* (eco-geographic units, EGU); (2) выделенные EGU тестируют на соответствие генетическим данным путем сравнения генетической дифференциации между популяциями внутри EGU и между популяциями разных EGU. Анализируется связь EGU с понятиями биогеоценоза и эволюционно-значимой единицы, рассмотрены вопросы практического выделения EGU, дана схема иерархической популяционной структуры, обсуждена роль генетических и фенотипических маркеров в выявлении популяционной дифференциации. В качестве примера рассмотрена популяционная структура сахалинского тайменя в терминах эко-географических единиц (д.б.н. Л. А. Животовский).

Созданы растительные биосимиляры: трастузумаб (РБТ), который предназначен для лечения рака молочной железы и направлен против онкобелка HER2/неу, и растительный биосимиляр пертузумаба (РБП), который способен узнавать другой, отличный от сайта узнавания РБТ, участок экзоточной части HER2/неу. Если трастузумаб взаимодействует с IV субдоменом (аминокислоты с 480 по 620), то поступивший недавно в клиническую практику пертузумаб, взаимодействуя со II субдоменом (аминокислоты с 165 по 310), блокирует димеризацию HER2 и HER3 (д.б.н. Ю. Л. Дорохов).

В рамках концепции «белковой наследственности» охарактеризован новый тип наследования признаков. По аналогии с моногенным и полигенным наследованием признаков мы выделяем «моноприонный» и «полиприонный» типы наследования.

В ходе протеомного скрининга кандидатов на роль функциональных амилоидов в мозге крысы *Rattus norvegicus* выявлен функциональный амилоидный белок Fxg1, регулирующий долговременную память и эмоциональное состояние. Этот белок представлен в мозге в виде SDS-устойчивых агрегатов, которые предохраняют молекулы мРНК от деградации (д.б.н. А. П. Галкин).

Проведены исследования мейоза и сперматогенеза у инфертильных пациентов с диагнозом необструктивная азооспермия (НАО) и микроделециями локуса AZF Yq. Выявлены нарушения, приводящие к блоку мейоза; описаны нарушения структуры базальной мембраны тестикулярных канальцев. С помощью методов компьютерной биологии проведена оценка консервативности четырех белков мейотической рекомбинации и репарации по сравнению с консервативностью структурных белков мейоза у представителей разных таксономических групп эукариот (д.б.н. О. Л. Колумиец).

Основные публикации

Andreeva T. V., Tyazhelova T. V., Rykalina V. N., Gusev F. E., Goltsov A. Y., Zolotareva O. I., Aliseichik M. P., Borodina T. A., Grigorenko A. P., Reshetov D. A., Ginter E. K., Amelina S. S., Zinchenko R. A., Rogaev E. I. (2016) Whole exome sequencing links dental tumor to anautosomal-dominant mutation in ANO5 gene associated with gnathodiaphysealdysplasia and muscle dystrophies. *Sci Rep*. doi:10.1038/srep26440. 5,525.

Lifanov A. P., Makeev V. J., Esipova N.G. (2016) Conserved sections of the transcription regulatory modules in *Drosophila* early genes, including homotypic

transcription factor-binding sites, are arranged with an 84-nt period, which corresponds to the superhelical turn length of nucleosomal DNA, *Biophysics* (Mosc), 61 (1), 43–46.

Pagani L., Lawson D. J., Jagoda E., Mörseburg A., Eriksson A., Mitt M., Clemente F., Hudjashov G., DeGiorgio M., Saag L., Wall J. D., Cardona A., Mägi R., Sayres M. A., Kaewert S., Inchley C., Scheib C. L., Järve M., Karmin M., Jacobs G. S., Antao T., Iliescu F. M., Kushniarevich A., Ayub Q., Tyler-Smith C., Xue Y., Yunusbayev B., Tambets K., Mallick C. B., Saag L., Pocheshkhova E., Andriadze G., Muller C., Westaway M. C., Lambert D. M., Zoraqi G., Turdikulova S., Dalimova D., Sabitov Z., Sultana G. N., Lachance J., Tishkoff S., Momynaliev K., Isakova J., Damba L. D., Gubina M., Nymadawa P., Evseeva I., Atramentova L., Utevska O., Ricaut F. X., Brucato N., Sudoyo H., Letellier T., Cox M. P., Barashkov N. A., Škaro V., Mulahasanovic L., Primorac D., Sahakyan H., Mormina M., Eichstaedt C. A., Lichman D. V., Abdullah S., Chaubey G., Wee J. T., Mihailov E., Karunas A., Litvinov S., Khusainova R., Ekomasova N., Akhmetova V., Khidiyatova I., Marjanović D., Yepiskoposyan L., Behar D. M., Balanovska E., Metspalu A., Derenko M., Malyarchuk B., Voevoda M., Fedorova S. A., Osipova L. P., Lahr M. M., Gerbault P., Leavesley M., Migliano A. B., Petraglia M., Balanovsky O., Khusnutdinova E. K., Metspalu E., Thomas M. G., Manica A., Nielsen R., Villems R., Willerslev E., Kivisild T., Metspalu M. Genomic analyses inform on migration events during the peopling of Eurasia // *Nature*. 2016. Sep 21. doi: 10.1038/nature19792.

Mallick S., Li H., Lipson M., Mathieson I., Gymrek M., Racimo F., Zhao M., Chennagiri N., Nordenfelt S., Tandon A., Skoglund P., Lazaridis I., Sankararaman S., Fu Q., Rohland N., Renaud G., Erlich Y., Willems T., Gallo C., Spence J. P., Song Y. S., Poletti G., Balloux F., van Driem G., de Knijff P., Romero I. G., Jha A. R., Behar D. M., Bravi C. M., Capelli C., Hervig T., Moreno-Estrada A., Posukh O. L., Balanovska E., Balanovsky O., Karachanak-Yankova S., Sahakyan H., Toncheva D., Yepiskoposyan L., Tyler-Smith C., Xue Y., Abdullah M. S., Ruiz-Linares A., Beall C. M., Di Rienzo A., Jeong C., Starikovskaya E. B., Metspalu E., Parik J., Villems R., Henn B. M., Hodoglugil U., Mahley R., Sajantila A., Stamatoyannopoulos G., Wee J. T., Khusainova R., Khusnutdinova E., Litvinov S., Ayodo G., Comas D., Hammer M. F., Kivisild T., Klitz W., Winkler C. A., Labuda D., Bamshad M., Jorde L. B., Tishkoff S. A., Watkins W. S., Metspalu M., Dryomov S., Sukernik R., Singh L., Thangaraj K., Pääbo S., Kelso J., Patterson N., Reich D. The Simons Genome Diversity Project: 300 genomes from 142 diverse populations // *Nature*. 2016. – Sep 21. doi: 10.1038/nature18964.

Опубликовано: 164 статьи, из них 128 публикаций в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных WEB of Science.

ИНСТИТУТ ЛЕСОВЕДЕНИЯ РАН Директор – доктор биологических наук А. А. Сирин

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Анализ изменения средних популяционных показателей дендрофильных насекомых в ельниках Московской области с 165 тыс. шт./га в 2012 году до 1,4 тыс. шт./га в 2016 году позволяет сделать вывод о затухании очагов размножения кородея типографа. Макробиологические закономерности развития пандемических вспышек насекомых указывают на циклический характер и неизбежность их повторения. Комплекс экологических факторов, связанных с влагообеспеченностью древостоев и поражением их патогенными грибами, приводит к резкому ослаблению ели и размножению дендрофильных насекомых. Хозяйственный ущерб возможно снизить за счет долгосрочного планирования возрастной и породной структуры ельников, совершенствования биотехнологии выращивания и ухода за еловыми культурами, мониторинга их состояния (к.б.н. А. В. Петров, к.б.н. А. И. Гурцев).

Разработана методология оценки зарастания сельскохозяйственных земель лесом на региональном уровне путем анализа картографических данных, материалов высокодетальной космической съемки и наземных учетов. Масштабы зарастания сельскохозяйственных земель в Нечерноземной зоне ЕТР показаны на примере Угличского района Ярославской области. За последние 30 лет сомкнутым лесом здесь заросло 15% сельскохозяйственных земель, а в разных стадиях зарастания находятся 30%. Многолетние исследования процесса формирования насаждений березы, ольхи серой и сосны обыкновенной на этих землях показали их высокую продуктивность, что указывает на крайнюю необходимость разработки и внедрения системы лесохозяйственных мероприятий, направленной на реализацию сырьевого и экологического потенциала этих лесов с учетом региональных социально-экономических условий (д.б.н. А. А. Маслов, к.б.н. А. Я. Гульбе, к.б.н. Я. И. Гульбе, М. А. Медведева, д.б.н. А. А. Сирин).

В аридных регионах Европейской территории России с середины XX века выявлено потепление климата на 2,2 °С и отмечена периодичность в увлажненности региона с увеличением длительности засушливых периодов, их частоты, обмелением и пересыханием водоемов. Это пока не нарушает динамически-равновесного состояния продуктивности целинных травяных сообществ и численности диких копытных животных, однако вызывает повсеместную гибель лесных насаждений и многолетние неурожаи зерновых культур. Для адаптации к происходящим изменениям климатических условий предложена апробированная модель локальных устойчивых лесоаграрных комплексов, максимально приспособленных к современному состоянию природной среды и трендам рыночных отношений (д.б.н. М. К. Сапанов).

Исследования, проведенные в Серебряноборском опытном лесничестве ИЛАН РАН и в других лесничествах Подмосковья, показали перспективу введения в антропогенные леса ряда хвойных интродуцентов – лиственницу Кемпфера (*Larix Kaempferi* (Lamb.) Carr.), лиственницу польскую (*Larix deciduasub sp. polonica* Racib.), сосну веймутову (*Pinus strobus* L.).

Эти древесные породы, в отличие от местных (сосны обыкновенной [*Pinus sylvestris* L.] и ели европейской (*Picea abies* L.)), обладают повышенной энергией роста и устойчивостью, что наряду с высоким лесоводственным эффектом позволит увеличить биологическое разнообразие в лесах средней полосы России (д.с.-х.н. М. Д. Мерзленко, к.с.-х.н. Ю. Б. Глазунов).

Получены новые данные о малоизученных широко распространенных и экологически значимых евтрофных черноольховых болотах таежной зоны, характеризующихся интенсивным круговоротом веществ. По средним многолетним учетам установлено, что поступление древесно-кустарникового опада – важнейшего входящего в биогеоценоз компонента – составляет 321 г/м² сухого вещества. В то время как один из основных компонентов потерь – вынос растворенного органического углерода – с единицы площади болота сравнительно невелик и составляет 6,6 г/м² (ак. С. Э. Вомперский, к.б.н. Т. В. Глухова, к.б.н. А. Г. Ковалев и др.).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Предложены новые подходы к восстановлению антропогенно нарушенных болотных экосистем методами экологической реставрации, целью которой является воссоздание экосистемы в целом и ее функций. Вопросы восстановления климаторегулирующей функции и биоразнообразия нашли отражение в коллективной международной монографии Peatland Restoration and Ecosystem Services: Science, Policy and Practice. (Ed. A. Bonn. Cambridge University Press, 2016. 525 p.) и других публикациях (Mires and Peat. V. 17, V. 18. 2016). Специфика методологии и основные подходы к восстановлению нарушенных экосистем в условиях севера представлены в коллективной монографии «Экологическая реставрация в Арктике: обзор международного и российского опыта». (Под. ред. Т. Ю. Минаевой. Сыктывкар-Нарьян-Мар, 2016. 288 с.) (Т. Ю. Минаева, д.б.н. А. А. Сиринов и др.).

На каждом этапе круговорота биомассы и энергии в лесных сообществах основных лесных формаций определена роль дереворазрушающих грибов в процессах деструкции и формирования лесов на Русской равнине. Подготовлена научная и экспериментальная база для разработки системы воспроизводства дуба в зоне лесостепи. Проведенные исследования не имеют отечественных аналогов и создают основу для разработки практических положений по формированию устойчивых лесов различного происхождения, структурных характеристик и использования (д.б.н. В. Г. Стороженко, В. В. Чеботарева, П. А. Чеботарев и др.).

В результате 30-летнего мониторинга на территории Волго-Уральского междуречья установлено, что появление в середине XX века каркаса лесных полос обеспечило формирование фауны птиц байрачного комплекса. Продолжающаяся деградация искусственных насаждений через несколько лет может привести к сокращению или исчезновению из региона этих видов птиц, что актуализирует вопрос о восстановлении их естественных местообитаний – древесно-кустарниковых сообществ в озерных депрессиях (д.б.н. А. В. Быков, к.б.н. О. А. Бухарева).

Обнаружен опасный инвазивный вид гриба *Hymenoscyphus fraxineus* в южной лесостепи в дубравах Теллермановского опытного лесничества ИЛАН

РАН (Воронежская обл.). В 2015 году инфекционное увядание ясеня обыкновенного происходило на поросли. В 2016 году помимо сильного увядания листьев на пораженной ясеновой поросли были зафиксированы многочисленные некрозы коры стволов и крупных ветвей вследствие развития *H. fraxineus*. Выявлены случаи поражения этим патогеном крупного подроста под пологом старого леса и взрослых деревьев ясеня. Дальнейшее распространение заболевания может существенным образом сказаться на структуре древостоев и лесохозяйственной деятельности в регионе (к.б.н. Г. Б. Колганихина).

Впервые составлен предварительный список лишенобиоты подзоны южно-таежных лесов в пределах Центральной России; установлена репрезентативность лишенобиоты существующей сети Федеральных особо охраняемых природных территорий (ООПТ) как в отношении общего уровня биоразнообразия, так и в отношении охраняемых видов, занесенных в Красные книги регионов. Выявлена представленность в данной части подзоны лишайников-индикаторов старовозрастных и малонарушенных лесных сообществ. Отмечен недостаточный уровень изученности и низкий уровень организации охраны лишенобиоты указанной подзоны (д.б.н. Е. Э. Мучник).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Разработана методика ингибиторного анализа минерализации азота в лесных почвах березняков южной тайги в условиях лабораторного эксперимента с целью выяснения раздельного вклада грибов и бактерий в процесс нетто-минерализации азота. В качестве ингибиторов использовали водные растворы 2% циклогексида, подавляющего грибы, 6% стрептомицина и 1,5% левомецитина, препятствующих развитию бактерий. Установлен разнонаправленный характер влияния ингибиторов на активность разных групп микроорганизмов. При раздельном внесении антибиотиков значения активности были близки как для циклогексида, так и для стрептомицина. Это позволяет сделать вывод о равном вкладе грибов и бактерий в процесс нетто-минерализации азота (к.б.н. С. М. Разгулин).

Основные публикации

Стороженко В. Г., Крутов В. И., Руоколайнен А. В., Коткова В. М., Бондарцева М. А. Атлас-определитель дереворазрушающих грибов лесов Русской равнины. Второе, дополненное издание. М.: «Аквариус», 2016. 200 с.

Bykov A. V., Bukhareva O. A. Changes in the Population of Forest and Dendrophilous Birds of the Clay Semidesert in the Volga-Ural Interfluvium over Sixty Years // *Biology Bulletin*. 2016. Vol. 43. № 10. P. 1–7.

Minayeva T. Yu., Bragg O. M., Sirin A. A. Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity // *Mires and Peat*. 2016. V. 18. Article 11. P. 1–30.

Petrov A. V. New date and description of new species of bark beetles (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) from east slope of Cordillera Vilcabamba of Peru // *Russian Entomological Journal*. 2016. № 25 (4). P. 1–8.

Sapanov M. K., Sizemskaya M. L. Climate Changes and Virgin Vegetation Dynamics in the Northern Caspian Lowland // *Biology Bulletin*. 2016. Vol. 43. № 10. P. 1–8.

Sapanov M. K., Sizemskaya M. L., Akhmedenov K. M., Nurgaliyev A. M. Current State of Land Use and Prospect of its Agroforestral Optimization in the Caspian Region of Russia and Kazakhstan // *Agriculture & Food*. 2016. Vol. 4. P. 129–139.

Vondrák J., Frolov I., Davydov E. A., Urbanavichene I., Chesnokov S., Zhdanov I., Muchnik E., Konoreva L., Hymelbrant, Chabanenko S. The extensive geographical range of several species of Teloschistaceae: evidence from Russia // *The Lichenologist*. 2016. V. 48(3). P. 171–189.

Абатуров Б. Д., Нухимовская Ю. Д., Кулакова Н. Ю. Первичная продуктивность степных растительных сообществ в комплексной полупустыне Северного Прикаспия // *Успехи современной биологии*. 2016. Т. 136. № 5. С. 439–448.

Глушков И. В., Сирин А. А., Минаева Т. Ю. Влияние гидрологических условий на формирование водораздельных лесных болот и заболоченных лесов в Центральном-лесном заповеднике // *Лесоведение*. 2016. № 6. С. 403–417.

Дерюгин А. А., Рубцов М. В. Динамика состояния популяции ели под пологом березняков южной тайги Русской равнины // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2016. № 2. С. 47–58.

Ермолова Л. С., Гульбе Я. И., Гульбе Т. А., Гульбе А. Я. Морфологические особенности и сезонное развитие ольхи серой в молодняках на залежах Ярославской области // *Лесоведение*. 2016. №4. С. 279–293.

Карелин Д. В., Горячкин С. В., Замолодчиков Д. Г., Долгих А. В., Завоская Э. П., Шишков В. А., Почикалов А. В., Сирин А. А., Суворов Г. Г., Краев Г. Н. Влияние местных антропогенных факторов на почвенную эмиссию биогенных парниковых газов в криогенных экосистемах // *Журнал общей биологии*. 2016. Т. 77. № 3. С. 167–181.

Лебедева М. П., Конюшкова М. В., Колесников А. В., Хохлов С. Ф. Мониторинг изменений свойств целинного солонца Джаныбекского стационара по данным микроморфологических исследований // *Бюллетень Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева*. 2016. Вып. 83. С. 118–139.

Маслов А. А., Логофет Д. О. Анализ мелкомасштабной динамики двух видов-доминантов в сосняке чернично-бруснично-долгомошном. I. Одно-родная марковская цепь и показатели цикличности // *Журнал общей биологии*. 2016. Т. 77. № 6. С. 423–433.

Мельник П. Г., Мерзленко М. Д. Особенности роста и продуктивность экотипов ели в условиях Клинско-Дмитровской гряды // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 7 (141). С. 69–75.

Мельник П. Г., Мерзленко М. Д., Лобова С. Л. Результат выращивания климатипов лиственницы в географических культурах Северо-восточного Подмосковья // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 2 (136). С. 62–67.

Молчанов А. Г. Зависимость газообмена болотного сосняка пушицево-сфагнового от уровня почвенно-грунтовых вод // *Вестник ПГТУ*. 2016. № 2 (30). С. 82–94.

Молчанов А. Г., Курбатова Ю. А., Ольчев А. В. Влияние сплошной вырубке леса на эмиссию CO₂ с поверхности почвы // *Известия РАН. Серия биологическая*. 2016. № 6. С. 1–7.

Мучник Е. Э. Конспект лишенобиоты Орловской области (Центральная Россия) // Фиторазнообразие Восточной Европы. 2016. № 3. С. 6–28.

Мучник Е. Э., Кондакова Г. В., Вятер А. С., Герасимова Н. Е. Дополнения к списку лишенобиоты Ярославской области и Центральной России // Вестник ТвГУ. Сер. «Биология и экология». 2016. № 1. С. 119–126.

Перевалова Е. А., Мерзленко М. Д., Глазунов Ю. Б. Динамика роста сосны в культурах разной густоты // Ученые записки Петрозаводского гос. ун-та, сер. «Биологические науки». 2016. № 2 (155). С. 38–41.

Полякова Г. А., Попович С. А., Шабанова Н. П., Меланхолин П. Н. Эксперимент по восстановлению напочвенного покрова нарушенных лесов Подмосковья // Лесоведение. 2016. № 2. С. 115–126.

Рубцов В. В., Уткина И. А. Дуб черешчатый и насекомые-филлофаги как объект изучения биоценологических взаимоотношений в лесной экосистеме Теллермановской дубравы // Лесотехнический журнал. 2016. № 4. С. 79–89.

Рубцов М. В., Глазунов Ю. Б., Николаев Д. К. Восстановительно возрастная динамика популяции ели в культурах сосны в типичных для ельников условиях произрастания // Лесоведение. 2016. № 4. С. 243–253.

Рубцов М. В., Рыбакова Н. А. Динамика парцеллярной структуры лесных фитоценозов в процессе восстановления популяции ели в южнотаежных березняках // Лесоведение. 2016. № 5. С. 323–331.

Смагин А. В., Шнырев Н. А., Садовникова Н. Б. Потоки метана в холодное время года: оценка методом закрытых камер // Почвоведение. 2016. № 2. С. 227–234.

Стороженко В. Г. Участие дереворазрушающих грибов в процессах деструкции и формирования лесных сообществ // Хвойные бореальной зоны. Т. XXXIV. 2016. № 1–2. С. 87–91.

Уткина И. А., Рубцов В. В. Исследования фенологических форм дуба черешчатого // Лесоведение. 2016. № 6. С. 466–475.

Чеботарев П. А., Чеботарева В. В., Стороженко В. Г. Структура и состояние древостоев в дубравах Теллермановского опытного лесничества. // Лесоведение. 2016. № 5. С. 375–385.

Чистотин М. В., Суворов Г. Г., Сирин А. А. Динамика эмиссии метана из осушенной торфяной почвы в зависимости от растительности и режима увлажнения: Результаты вегетационного эксперимента // Агрохимия. 2016. № 12. С. 21–34.

Шишкина А. А., Колганихина А. А. Фитопатологическая оценка успешности географических культур сосны обыкновенной в Серебряноборском опытном лесничестве // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2016. № 3. С. 22–39.

Опубликовано: 3 монографии, 4 научно-методических и учебных пособия, 152 статьи в сборниках материалов совещаний (в т. ч. 84 статьи в журналах, включенных в список ВАК, 25 статей на иностранном языке, 23 статьи в журналах, индексируемых в базе данных WEB of Science и Scopus).

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

им. А. А. БОРИСЯКА РАН

Врио директора – академик РАН А. В. Лопатин

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Показано, что изменения в темпах индивидуального развития (гетерохронии) составляют одно из частных следствий эволюционного процесса, а не его механизм, как принято считать. Это лишь упрощенное линейное выражение качественных (системных) преобразований онтогенеза. Последние инициируются изменением взрослой нормы и прогрессируют в поколениях в направлении ранних стадий. Свидетельством этой закономерности являются многочисленные примеры углубления гетерохронии в эволюции структур на фоне отсутствия выраженных изменений их взрослого состояния. В особенностях структурного разнообразия древних амфибий прослеживаются те же главные закономерности, что и у современных организмов. Это прежде всего: (1) наличие параллелей в спектрах аббераций у родственных форм (в данном случае внутри группы *Temnospondyli*) и (2) частое соответствие вариаций у одних членов группы стабильным особенностям (разного ранга) у других ее представителей. Эти явления свидетельствуют о целостности эволюции онтогенеза как пространства возможностей развития. Она обуславливает высокую устойчивость и преемственность спектров реагирования живых систем в ходе эволюции (д.б.н. М. А. Шишкин).

На основании изучения экзоскелетов различных типов у основных групп палеозойских костнопанцирных бесчелюстных (*Osteostraci*, *Vertebrata*) установлено, что сочетание вариантов закладок дентиновой и костной ткани и типов их развития дает возможность построения разнообразных жестких конструкций и объясняет существование известных рельефов на поверхности наружных скелетов. Показано, что экзоскелет остеостраков является хорошей моделью для демонстрации закономерностей морфогенеза твердых покровов различных типов у позвоночных животных (к.б.н. О. Б. Афанасьева).

По материалам из местонахождения позднеюрских динозавров Кулинда (Забайкалье) сформулирована новая гипотеза происхождения пера. В ее основе лежат данные о так называемых щетинковых чешуях, базальная часть которых погружена в дерму, а внешний край обладает пролиферативными свойствами и рассечен на тяжи (щетинки). Условием возникновения пера птичьего типа по новой гипотезе является допущение пространственного изменения основания щетинковых чешуй, при котором естественный дугообразный изгиб привел к формированию трубчатой структуры (к.б.н. В. Р. Алифанов).

Для коллективной монографии «Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири (в девяти книгах). Кембрий Сибирской платформы. Том 2» (2016) подготовлены монографические описания кембрийских мелкорачковинных ископаемых организмов (моллюски, зоопроблематики) из кембрия Сибирской платформы. Материал лег в основу региональной стратиграфической схемы кембрийских отложений Сибирской платформы нового поколения, проект которой опубликован в Томе 1 издания (д.б.н. П. Ю. Пархаев, к.г.-м.н. Ю. Е. Демиденко и др.).

Реконструирована аборальная нервная система у двух древнейших родов криноидей из среднего ордовика Ленинградской области. Она имеет общее сходство с аборальной нервной системой современных представителей класса, но показывает существенные вариации, коррелирующие с особенностями развития пятикамерного органа у древнейших криноидей. У *Pentamerocrinus* от ганглиозного кольца в основании чашечки интеррадиально отходят десять нервных тяжей, которые вскоре попарно сливаются в радиусах. У *Grammoscrinus* от сходного нервного кольца тоже отходят десять тяжей, но в радиусах, и сливаются они в интеррадиусах. Такое различие морфологии нервных систем коррелируется с интеррадиальным расположением углов аксиального канала стебля в первом случае и радиальным во втором, что отражает симметрию пятикамерного органа и его расположение относительно радиальных табличек (ак. С. В. Рожнов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

На основе исследования жесткокрылых насекомых рубежа перми и триаса сделаны следующие выводы о течении пермотриасового кризиса. В конце позднего палеозоя в континентальной биосфере шли три независимых, но синергически связанных в единое целое процесса: (1 а) изменение состава многих групп биоты, в частности растений, насекомых и четвероногих позвоночных; (1 б) глобальное потепление, ведущее к перераспределению ландшафтов и кульминирующее в нижнем триасе с окончательным переходом к экваториальной биосфере; (1 в) катастрофическое извержение сибирских траппов, климатогенное воздействие которого было резко усилено восстановлением до метана углерода из углей и карбонатов Тунгусского бассейна. (2) Процесс изменения биоты занял пермь и триас, но наиболее интенсивным он шел с вятского времени до среднего триаса. (3) Изменение ландшафтов и растительности было климатогенным, а не следствием вулканогенных кислотных дождей. (4) Изменение ландшафтов приводило к перераспределению «тафономических окон», многие таксоны выпадали из геологической летописи, хотя и сохранялись в биоте как «Лазаревы таксоны» (д.б.н. А. Г. Пономаренко).

Изучение хардграундов (грунтов, отвердевавших на поверхности морского дна одновременно с осадконакоплением) под СЭМ показало ведущую роль в их формировании цианобактериальных сообществ. Об этом свидетельствует выявленная под СЭМ структура хардграундов, показывающая зерна микритовой размерности, окутанные тонкой пленкой карбонатного состава с примесью других элементов. Эта пленка трактуется как минерализованная экстрацеллюлярная субстанция, цементирующая попадавший на цианобактериальный мат мельчайший кальцитовый детрит. Развитие микробных сообществ в холодноводных условиях при карбонатном осадконакоплении приводило к особому типу развития маломощных незрелых или зачаточных матов без существенной вертикальной зональности и связанному с этим отсутствием микрослоистости в сформированных ими отложениях (ак. С. В. Рожнов).

Выполнено палеосинэкологическое изучение комплексов наиболее представительных скоплений отпечатков флиндерского типа сохранности

из верхневендских отложений Юго-Восточного Беломорья. Полученные результаты не позволяют увидеть никаких признаков сукцессии сообществ. Сходства их таксономического состава, а также популяционной структуры, указывают на то, что все изученные сообщества представляют собой различные этапы развития схожих биоценозов морских бентосных организмов сублиторали (к.г.-м.н. М. А. Закревская).

Завершено комплексное изучение каменноугольных отложений в разрезе Верхняя Кардаилловка, предлагаемом в качестве стратотипа нижней границы серпуховского яруса. Подробно описаны ископаемые таксоны, особенности литологии и микрофаций, проанализировано распространение ископаемых, включая аммоноидей. Проведена корреляция местных аммоноидных зон с таковыми по конодонтам и фораминиферам, а также зональными шкалами других регионов (Северная Америка, Западная Европа, Средняя Азия и Китай) (к.г.-м.н. С. В. Николаева, д.г.-м.н. А. С. Алексеев к.г.-м.н. В. А. Коновалова и др.).

Опубликована монография по палеонтологии и стратиграфии опорных разрезов неогена Таманского полуострова, которая является основой для стратиграфических работ по расчленению и корреляции средне- и верхнемиоценовых отложений и событийной истории Паратетиса (д.г.-м.н. С. В. Попов, к.г.-м.н. И. А. Гончарова, к.б.н. Л. Б. Ильина, к.г.-м.н. А. В. Коромыслова, д.б.н. Л. А. Вискова и др.).

Обобщены фактические данные, полученные в результате многолетних полевых работ на пермских отложениях Хангай-Хэнтэйского и Южномонгольского палеобассейнов. В результате монографического изучения ископаемых бентосных организмов, прежде всего брахиопод, выделены опорные разрезы зон и горизонтов, описаны состав и последовательность фаунистических комплексов Северного и Южного морских бассейнов Монголии. На основе сопоставления комплексов бентосной фауны проведена корреляция пермских отложений Хангай-Хэнтэйского бассейна с одновозрастными отложениями Забайкальского, Верхоянского и Колымо-Омолонского боральных бассейнов, а также Южномонгольского – с Южно-Приморским и Северо-Китайским (к.б.н. И. Н. Мананков).

Направление 52. Биологическое разнообразие

На материале по более чем 1500 семействам насекомых в интервале от карбона до современности рассчитаны графики разнообразия, появления и вымирания, которые сопоставимы с результатами более ранних и современных исследований. Все результаты в целом сопоставимы, различия связаны с разными датировками местонахождений и, в меньшей степени, с неполнотой данных и различным пониманием объема семейств. Показаны линейный рост разнообразия и стабильные темпы появления и вымирания семейств, т. е. постоянное снижение скоростей появления и вымирания семейств и рост длительности их существования. Найден только один несомненный этап снижения разнообразия насекомых у рубежа перми и триаса и один рубеж заметного изменения скоростей в середине юры (возможный результат активной диверсификации насекомых с полным превращением). Не подтверждены значимые изменения разнообразия в середине мела и на

мел-палеогеновом рубеже (лаб. Артропод: к.б.н. В. Ю. Дмитриев, к.б.н. Д. С. Аристов, А. С. Башкуев, к.б.н. Д. В. Василенко, к.б.н. Е. Д. Лукашевич, д.б.н. А. Г. Пономаренко, к.б.н. Ю. А. Попов, д.б.н. А. П. Расницын, к.б.н. Н. Д. Синиченкова, к.б.н. И. Д. Сукачева, к.б.н. А. В. Храмов, к.б.н. А. С. Шмаков и др.).

Проведена ревизия крупнейшего позднемиоценового сообщества неворобьиных птиц (30 таксонов) из карстовых местонахождений Полгарди, Венгрия. Выявлено необычно богатое разнообразие фазановых (5 форм), ранее не отмеченное в позднем миоцене Европы и характерное для современных авифаун тропиков и субтропиков. Не подтвердились находки теревинных, кукушек и ряда других птиц. Фауна птиц Полгарди не имеет общих видов с близким по возрасту сообществом из местонахождения Хиргис-Нур 2 в Монголии, что указывает на существование двух (восточного и западного) зоогеографических блоков в фаунах птиц умеренных широт Евразии в конце миоцена (к.б.н. Н. В. Зеленков).

Род трилодонтид *Stereognathus*, ранее известный только из средней юры (бата) Англии, установлен в Сибири в интервале от средней юры (Березовский карьер, Красноярский край) до нижнего мела (илекская свита, Западная Сибирь). Вместе с ранее полученными данными по млекопитающим, земноводным, ящерицам, хористодерам и динозаврам, присутствие *Stereognathus* в Сибири на протяжении примерно 40 млн лет свидетельствует о длительном эволюционном стабильном статусе фауны позвоночных этого региона (ак. А. В. Лопатин совместно с д.б.н. А. О. Аверьяновым, ЗИН РАН и др.).

Основные публикации

Popov S. V., Rostovtseva Yu. V., Fillippova N. Yu., Golovina L. A., Radionova E. P., Goncharova I. A., Vernyhorova Yu. V., Dykan N. I., Pinchuk T. N., Iljina L. B., Korotyslova A. V., Kozыrenko T. M., Nikolaeva I. A. and Viskova L. A. Paleontology and stratigraphy of the Middle – Upper Miocene of the Taman Peninsula. Part 1. Description of key-sections and benthic fossil groups // *Paleontol. Journ.* 2016. V. 50. №10. P. 1–168.

Vickers-Rich P., Narbonne G., Hall M., Ivantsov A., Hoffmann K.-H., Elliott D., Trusler P., Fedonkin M., Kriesfeld L., Kaufman A. J., Smith J. Field conference Day 2 – Farm Aar / Vickers-Rich P. et al. The Nama Group of Southern Namibia. The End Game of the First Large, Complex Organisms on Earth, the Ediacarans [IGCP493/587] // 35th International Geological Congress, 2016 Pre-conference Field Guide, 21–25 August, Namibia, International Geological Congress Guidebook with New Artworx, Cape Town, South Africa. 2016. P. 21–35.

Пегель Т. В., Егорова Л. И., Коровников И. В., Лучинина В. А., Салихова А. К., Сундуков В. М., Федоров А. Б., Журавлев А. Ю., Пархаев П. Ю., Демиденко Ю. Е. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири (в девяти книгах). Кембрий Сибирской платформы. Том 2. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2016. 311 с.

Жамойда А. И., Алексеев А. С., Розанов А. Ю., Суяркова А. А. Палеонтологическому обществу России 100 лет. Исторический очерк // СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. 244 с.

Опубликовано: 4 монографии (из них 2 на английском яз.), 5 сборников статей (из них 3 на английском языке), 256 статей (из них 100 на английском языке), 5 учебных пособий и 7 научно-популярных статей.

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ

им. А. Н. СЕВЕРЦОВА РАН

Директор – академик РАН В. В. Рожнов

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Установлен феномен отложенной скачкообразной реакции природной популяции млекопитающих на постепенную трансформацию экосистемы, вызванную социально-экономическими преобразованиями. В ходе многолетнего (1994–2015 гг.) мониторинга пастбищных экосистем Калмыкии выявлен резкий переход популяции полуденной песчанки от устойчивого состояния высокой численности к состоянию низкой численности. Переход популяции из одного состояния в другое произошел спустя более 10 лет после начала снижения поголовья скота в конце прошлого века. Результат важен как для расшифровки механизмов устойчивости биологических систем, так и для управления ими в изменяющемся мире (д.б.н. А. В. Чабовский).

На основе теоретических подходов классической этологии разработана и успешно применена технология восстановления популяций колониально гнездящихся птиц. С ее использованием восстановлена исчезнувшая 21 год назад колония озерных чаек (*Larus ridibundus*) на территории памятника природы федерального значения «Озеро Киево и его котловина» (Московская область). Технология может быть использована для возрождения исчезнувших колониальных видов птиц (в том числе включенных в Красную книгу Российской Федерации) (к.б.н. К. Е. Литвин).

Установлен механизм защиты слуховой системы китообразных от повреждающего воздействия громких звуков. У кита белухи обнаружена способность обучаться активному демпфированию (снижению чувствительности) слуховой системы при воздействии громких звуков; снижение достигало 9–17 децибел. Результаты данных экспериментов могут быть учтены при прогнозировании негативного влияния антропогенных шумов на слух китообразных и открывают возможность разработки новой технологии защиты охраняемых видов от шумового загрязнения (д.б.н. В. В. Попов).

Изучение микроструктуры волос методами сканирующей электронной микроскопии показало сходство волос чукотской ездовой собаки и ископаемых собак из древних поселений Чукотки (I век до н. э. – XVI век), что подтверждает их историческую связь. В отличие от метисов других лайкообразных, волосяной покров чукотской ездовой собаки и ископаемых собак ближе всего к дикому типу (волку) (д.б.н. О. Ф. Чернова).

Выявлен удобный генетический маркер (точечная мутация в гене *coxI*), позволяющий отличать российские изоляты опасной паразитической нематоды человека и животных *Trichinella spiralis* от изолятов этого вида, рас-

пространенных в Западной Европе и Северной Америке. Маркер может быть использован для широкого обследования территории Российской Федерации и выяснения особенностей эпидемиологии этого вида паразитов (д.б.н. С. Э. Спиридонов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Установлен и исследован уникальный феномен масштабного вымирания и одновременной синантропизации некогда массового вида грызуна – обыкновенного хомяка *Cricetus cricetus*. На всем ареале, который составляет более 6 млн км², вид испытывает резкое снижение численности, особенно выраженное в Западной и Центральной Европе. Динамика фрагментации ареала и снижения интенсивности размножения позволяет прогнозировать полное исчезновение хомяка в западной части ареала к 2020–2038 гг. В то же время обыкновенный хомяк увеличивает численность в ряде российских городов (Нальчике, Кисловодске, Владикавказе, Симферополе), где он осваивает разные экологические ниши (чл.-к. А. В. Суров).

Масштабный филогенетический и филогеографический анализ пресноводных ветвистоусых рачков из группы видов *Chydorus cf. sphaericus* (Anomopoda: Chydoridae) Северной Евразии выявил ряд рефугиумов, располагавшихся в северной части Палеарктики. Центром расселения одной из европейских филогрупп являлся регион Архангельской области – Республики Коми, откуда она распространялась как на запад и восток, так и на юг. Другая филогруппа, распространенная на Дальнем Востоке, дифференцировалась в Берингии, откуда она распространилась западнее и южнее (до Японии и Кореи) (ак. Ю. Ю. Дгебуадзе).

Проведена реконструкция филогенеза репродуктивных стратегий рыб подотряда ползуновидных (Anabantoidei). На основе молекулярно-генетических и поведенческих данных показано, что развитая родительская забота является плезиоморфным (предковым) признаком и свойственна большинству представителей подотряда и сестринских таксонов. Отсутствие заботы о потомстве у ряда видов следует рассматривать как случай упрощения репродуктивной стратегии (ак. Д. С. Павлов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Проведен долгосрочный (10 лет) мониторинг зообентоса в искусственных посадках мангровых деревьев во Вьетнаме (бухта Дам Бай в районе Нячанга) с момента высадки саженцев *Rhizophora* до формирования зрелых плодоносящих насаждений с сомкнутой кроной. Показано, что в одновидовых насаждениях мангров структура бентосных сообществ не может приблизиться к естественной даже за 10 лет. Для полноценного восстановления мангровой экосистемы необходимо высаживать деревья разных видов (д.б.н. Т. А. Брутаев).

Исследована динамика экспрессии генов семейства *Mi-1* (*Mi-1.1* и *Mi-1.2*), определяющих устойчивость томатов к ряду вредителей и фитопатогенов. Установлено, что устойчивость к галловой нематоды *Meloidogyne incognita* связана исключительно с геном *Mi-1.2*. Заражение растений этой нематодой вызывает значительное накопление транскриптов гена *Mi-1.2*

в корнях растений на первом этапе становления паразитохозяинных отношений – в период проникновения личинок нематоды в корни, что позволяет распознать их на этапе внедрения и ограничить распространение за счет реакции сверхчувствительности. Показано, что на экспрессию генов *Mi-1* (*Mi-1.1* и *Mi-1.2*) влияет сигнальная молекула – салициловая кислота (СК). Экзогенное применение СК может повышать устойчивость растений томатов не только к *M. incognita*, но и к другим вредителям по принципу кросс-адаптации к факторам различной природы (к.б.н. М. Н. Приданников, совместно с ИБ КНЦ РАН, Петрозаводск).

На основании мультидисциплинарного подхода проведены многолетние исследования биоразнообразия рыб, миог и особенностей среды их обитания в экосистеме лососевой реки Утхолок (Западная Камчатка). Инвентаризировано видовое и внутривидовое разнообразие, изучена популяционная структура. Показано, что внутривидовое разнообразие обеспечивает эффективное освоение экосистемы лососевой реки в нестабильных условиях среды и недостатка территорий для нагула молоди. Анализ факторов, влияющих на процесс формообразования, позволил оценить угрозы, риски и экологические последствия антропогенного воздействия. Разработаны методы мониторинга и охраны биоразнообразия, включая охрану видов рыб из Красной книги Российской Федерации (ак. Д. С. Павлов).

С использованием комплексного подхода показано, что Эфиопское нагорье является важным центром диверсификации и адаптивной радиации семейства землеройковых Soricidae. Проведена ревизия семейства и составлен аннотированный список землероек Эфиопии, включающий 28 видов. Десять из них (включая два новых вида) являются эндемиками страны и относятся к лесным или высокогорным формам и представляют относительно недавнюю радиацию древней эволюционной линии (рук. – д.б.н. Л. А. Лавренченко).

Показаны принципиальные различия путей формирования биотических сообществ тундровых (приполярных и высокогорных) местообитаний Северного и Южного полушарий. Состав тундровых криобионтных комплексов членистоногих Северного полушария в целом един и определяется современной климатической обстановкой, а не возрастом ландшафта, наличием в недавнем прошлом оледенений или иными историческими факторами. Напротив, состав криобионтных комплексов членистоногих в высокогорьях Новой Зеландии, которые сложены представителями эндемичных родов (ногохвостки) и даже семейств (клещи), определяется древними фаунистическими дивергенциями, связанными с размежеванием континентов Гондваны и Лавразии (к.б.н. О. Л. Макарова).

Выявлены основные закономерности структурной организации, динамики и функционирования первичных и антропогенно-нарушенных муссонных тропических лесов Вьетнама. Поскольку в муссонных лесах не сформировалась гильдия видов-пионеров, они представляют собой исчерпаемый природный ресурс. Описаны параметры восстановительных ниш для ряда видов деревьев-эдификаторов, которые позволяют разработать методы рационального хозяйствования в тропических муссонных лесах и способы искусственного восстановления леса, близкого по видовому составу и вертикальной структуре к утраченным коренным лесам (к.б.н. А. Н. Кузнецов).

Описано более 130 новых для науки видов и 5 родов животных: в том числе 4 новых вида млекопитающих (азиатские кроты из Вьетнама, землеройки-бурозубки из Эфиопии), 2 вида рыб из западной Монголии, более 90 видов насекомых и почвенных беспозвоночных, 4 вида ветвистоусых ракообразных, 11 видов морских брюхоногих моллюсков, 6 видов паразитических нематод.

Основные публикации

Павлов Д. С., Кириллов П. И., Кириллова Е. А., Кузицин К. В., Груздева М. А., Кучерявый А. В., Пичугин М. Ю. Состояние и мониторинг биоразнообразия рыб, рыбообразных и среды их обитания в бассейне реки Утхолок. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2016, 197 с.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Дгебуадзе Ю. Ю., Михеев В. Н. и др. Обыкновенный ерш *Guttopcephalus cernuus* (Linnaeus, 1758). Систематика, морфология, образ жизни и роль ерша в экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016, 279 с.

Рожнов В. В., Сидорчук Н. В. Поведенческая экология барсуков. Опыт сбора данных с помощью фотоловушек. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016, 104 с.

Озернюк Н. Д., Исаева В. В. Эволюция онтогенеза. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2016, 380 с.

Окулова Н. М., Гражданов А. К., Неронов В. В. Структура и динамика сообществ млекопитающих Западного Казахстана. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2016, 980 с.

Звонов Б. М., Букреев С. А., Болдбаатар Ш. Птицы Монголии. Часть I. Неворобьиные (Non-Passeriformes). М.: Сельскохозяйственные технологии. 2016, 396 с.

Силаева О. Л., Карпущина Е. А., Бокова А. И., Орлов В. Н., Краснобаев Д. А. Сохраним природу Новой Москвы. М.: КМК. 2016. 168+CD ROM.

Маланьина Т. В., Кваша И. Г., Лактионова Т. К. Роль запаха хищника в регуляции репродукции грызунов: влияние химических сигналов домашней кошки *Felis catus*. Lambert Academic Publishing. 2016, 188 с.

Опарин М. Л., Опарин Л. С., Трофимова О. С. Закономерности динамики биоресурсов степных ландшафтов. Саратов: Изд. Саратовского ун-та. 2016, 204 с.

Vinarski M. V., Kantor Yu. I. Analytical catalogue of fresh and brackish water molluscs of Russia and adjacent territories. A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of RAS. 2016. 544 p.

Panov E. N., Zykova L. Yu. Rock Agamas of Eurasia. M.: КМК. 2016, 289 p.

Golovatch S. I., Wesener T. A species checklist of the millipedes (Myriapoda, Diplopoda) of India A species checklist of the millipedes (Myriapoda, Diplopoda) of India (Zootaxa). Dr.Z.-Q. Zhang Magnolia Press, 2016, 4129, 75 p.

Kotov A. A., Bekker E. I. Cladocera: family Eurycercidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda) Identification guides to the plankton and benthos of inland wates Dumont H.J. Backhuys Publishers, Leiden & Margraf Publishers, Weikersheim. 2016, 25 p.

Опубликовано: 13 монографий (из них 4 на английском языке), 53 главы в монографиях, 4 сборника, 719 статей, в том числе 286 в зарубежных изданиях, 3 методических пособия.

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА РАН

Директор – член-корреспондент РАН Г. С. Розенберг

Направление 51. Экология организмов и сообществ

На основе глобальных климатических моделей GISS и HadCM3 и с помощью разработанной методики почвенно-гидрологического прогнозирования осуществлен прогноз влияния глобального потепления на ресурсы почвенной влаги в маргинальных лесах и на сельскохозяйственных полях Среднего Поволжья. В течение ближайшего столетия ожидается резкое ухудшение лесорастительных и агроклиматических условий по всей зоне переходов от леса к степи, с «саваннизацией» и распадом широколиственных и смешанных лесов, а также с 40–50%-ным снижением урожайности трав и зерновых культур (*д.г.н. Э. Г. Коломыц*).

Проведен эколого-таксономический анализ состава зоопланктона по его степени натурализованности. На материалах малых и средних притоков водохранилищ Средней Волги адаптирован и в численных экспериментах успешно опробован новый биофизический метод описания сложной экологической динамики сообществ гидробионтов притоков равнинного водохранилища, основанный на расчете параметров хаотических квазиаттракторов биоценозов. Показано, что относительно граничащих систем сообщества зоопланктона зон слияния вод отличаются повышенным разнообразием, специфичной видовой структурой, увеличением численности, биомассы и продукции животных (*к.б.н. А. И. Файзулин*).

Установлено, что проявление аномалий у рыб возрастает от стадии предличинки до стадий ранних личинок, затем снижается до стадии ранних мальков у большинства видов. Отмечена прямая зависимость показателей инвазии чужеродных паразитов рыб от присутствия в районе исследования *Lithoglyphus naticoides* в акватории Саратовского и Куйбышевского водохранилищ (*к.б.н. А. И. Файзулин*).

В долине Нижней Волги выявлены две ассоциации, индицирующие остро переменный характер увлажнения и засоления почвы. Создана большая геоботаническая база данных, характеризующая растительность долины Нижней Волги. Отработана методика слежения за динамикой растительного покрова с помощью больших баз данных (*д.б.н. В. Б. Голуб*).

На основе результатов пространственного экологического мониторинга в период летней межени 2016 года установлено, что качество воды существенно изменяется по длине Куйбышевского водохранилища. При этом определяющим фактором формирования качества воды является массовое развитие водорослей. Содержание органических веществ и хлорофилла в воде увеличивается, а фосфатов и общего железа уменьшается от верховья к низовью водохранилища. Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация складывается в пойме и заливах водохранилища (*д.т.н. В. А. Селезнев*).

Установлено, что сообщество одноклеточных про- и эукариот, формируемое в зоне слияния Волжской и Камской ветвей Куйбышевского водохранилища, характеризуется как экотонное. Признаками этого служат увеличение численности всех групп планктона и бактериобентоса и перестройка таксономической, трофической и размерной структуры сообществ (д.б.н. В. В. Жариков).

Выявлено, что озера, в анаэробном придонном слое которых аккумулируются соли железа, могут рассматриваться как современные аналоги водных экосистем докембрия. Результаты исследований таких озер на территории Среднего Поволжья позволяют выделить в качестве отличительных черт хемоклина таких водоемов преобладание консорциев в составе Chlorobiaceae, присутствие и нередкое доминирование *Chloronema* (Chloroflexales), а также значительное разнообразие окислительных фототрофных микроорганизмов, заходящих глубоко в анаэробные слои (д.б.н. В. В. Жариков).

На основе проведенного анализа индексов и индикаторов устойчивого развития и полученных с помощью ЭИС REGION модельных уравнений для территории Волжского бассейна рассмотрен сценарий развития социо-эколого-экономической системы Самарской области при увеличении площади ООПТ до 30%. Такое изменение в дальнейшем может привести к уменьшению заболеваемости на 10%, а коэффициента младенческой смертности – на 9%. Также прогнозируются уменьшение величины «экологического следа» (на 19%) и незначительное увеличение индекса развития человеческого потенциала (ИРЧП) (к.б.н. Н. В. Костина).

Показано, что флористический список ареала-минимума, содержащий 700 видов и более, дает достаточно полный портрет конкретной флоры изучаемой территории северной части Самарского Заволжья (Сокский физико-географический район) (д.б.н. С. В. Саксонов).

Разработаны подходы к выработке стратегий управления экономико-экологическим развитием, обеспечивающих устойчивое развитие территории Волжского бассейна и его административных единиц. Дан прогноз изменения лесистости Самарской области при реализации сценариев устойчивого развития (к.э.н. Г. Э. Кудинова).

52. Биологическое разнообразие

Впервые выявлены инвазионные и потенциально инвазионные растения флоры Среднего Поволжья (в границах Самарской и Ульяновской областей). Опубликован список сосудистых растений, рекомендованных для включения в Красную книгу Волжского бассейна. Впервые представлен синопсис редких растительных сообществ, рекомендуемых к охране на территории Самарской области (д.б.н. С. В. Саксонов).

Впервые сформулирована концепция структурно-функциональной и пространственно-временной организации изменения биоразнообразия (на примере планктонных и донных сообществ лотических и лентических систем бассейна Средней и Нижней Волги), включающая пространственную и многолетнюю динамику биоты, структурные и продукционные особенности при воздействии экстремальных факторов разного генезиса. Проведены многолетние исследования структурных особенностей, распределения

планктонных и донных сообществ в малых реках бассейна Средней и Нижней Волги. Выявлены особенности организации донных и планктонных сообществ равнинных рек бассейна Средней и Нижней Волги в естественных условиях и при антропогенном воздействии (минерализация, эвтрофирование, загрязнение). В условиях воздействия экстремальных факторов выявлено развитие в реках специфичных видов. Впервые для науки приводится описание преимагинальных стадий и экологии вида цератопогонид (Diptera, Ceratopogonidae) *Palpomyia schmidtii* Goetghebuer, 1934 (Szadziwski et al., 2016), объекта питания конечного звена трофической цепи – пролетных птиц в степных и полупустынных зонах мира (д.б.н. Т. Д. Зинченко).

Исследована степная растительность в Среднем Поволжье в пределах Ульяновской, Самарской, Оренбургской и Саратовской областей. Установлены 16 новых ассоциаций и 2 новые субассоциации, объединяющие естественные и трансформированные степные сообщества. Основными факторами, вызывающими дифференциацию фитоценозов, являются увлажнение, эдафический покров и степень антропогенной нагрузки (к.б.н. Т. М. Лысенко).

В результате проведения исследования: уточнено географическое распространение таксонов в исследованных регионах Волжского бассейна и сопредельных территорий; проведена дальнейшая характеристика типов популяционных систем съедобной лягушки, включающая различные формы, образованные комбинацией состава ядерного и митохондриального генома. Впервые получены сведения о гельминтах 5 видов земноводных Московской, Калужской и Нижегородской областей. Установлено расширение ареала распространения по 10 видам паразитических червей. Для одного вида трематод зарегистрирован новый хозяин – съедобная лягушка. В условиях Среднего Поволжья в формировании паразитарных систем трематод *Plagiorchis koreanus* и *Prosthodendrium ascidia* принимают участие популяции 7 и 6 видов летучих мышей, соответственно. При этом основная роль в поддержании численности данных видов трематод принадлежит ночнице Брандта *Myotis brandtii* и водяной ночнице *M. daubentonii*. Установлено, что основная роль в формировании ларвальной гемипопуляции нематоды *Cosmoserca ornata* в глазах озерной лягушки и поддержании уровня инвазионного потока в популяцию лягушек принадлежит 2, 3-летним амфибиям (к.б.н. А. И. Файзулин).

Установлено, что биохимическая дифференциация исследованных видов галофитов совпадает с типом регуляции солевого обмена, что означает активное и специфическое включение липидов, пигментов, белков и других компонентов клеток в механизмы адаптации к высокому уровню засоления почв. Показано, что растения рода *Artemisia*, произрастающие на юге России, обладают ценными питательными свойствами и содержат широкий спектр биологически активных соединений (д.б.н. О. А. Розенцвент).

В водохранилищах Волги и Камы в августе 2016 года выявлено порядка 200 видов фитопланктона и около 90 видов инфузорий. Отмечено проникновение северных («ацидных») видов на юг и южных («аридных») на север. Впервые в планктоне волжских водохранилищ обнаружен *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing, обычно развивающийся в кислых полигуменных водах. Впервые в во-

дохранилищах реки Камы отмечено и появление инфузорий, изначально обнаруженных в дельте Волги и Северном Каспии: *Leproprotintinnus pellucidus* (Cleve, 1899) и *Pelagovorticella mayeri* (Faure-Fremiet, 1920) (д.б.н. В. В. Жариков).

По результатам анализа палеонтологических и молекулярно-генетических данных рассмотрены сценарии формирования современной фауны гадюк региона, включающей два вида – обыкновенную гадюку *Vipera berus* и восточную степную гадюку *V. renardi*, которые относятся к подроду *Pelias*. Наиболее вероятны не ранее чем плейстоценовый возраст колонизации Волжского бассейна обитающими на его территории в настоящее время представителями подрода *Pelias* (*berus* и *renardi*) и их аллохтонное происхождение. Имеющиеся данные – с учетом небольшой длительности климатических циклов в плейстоцене, а также общей тенденции к медленной дивергенции и к слабо выраженным репродуктивным барьерам между близкими видами гадюк – не позволяют считать *V. berus* и *V. renardi* автохтонными видами в Волжском бассейне (к.б.н. А. Л. Маленев).

Впервые для прытких ящериц подвида *Lacerta agilis exigua* (Eichwald, 1831), встречающихся в Самарской области, отмечена значительная вариабельность окраски взрослых особей – выявлено 2 типичные и 8 нетипичных морф и аберраций. У новорожденных прытких ящериц обнаружены особи нетипичной морфы (к.б.н. А. Л. Маленев).

У обыкновенных (*Vipera berus*) и ренаровых (*V. renardi*) гадюк из Поволжья впервые обнаружены сезонные изменения выхода ядовитого секрета, которые зависят от температуры окружающей среды в местообитаниях. В ядовитом секрете гадюк, встречающихся в бассейне Волги, впервые выявлены статистически значимые возрастные различия активностей протеолитических ферментов и оксидазы L-аминокислот (к.б.н. А. Л. Маленев).

Основные публикации

Gladyshev M. I., Makhutova O. N., Kalachova G. S., Sushchik N. N., Popova O. N., Yurchenko Y. A., Zinchenko T. D., Golovatyuk L. V., Krylov A. V. Comparison of fatty acid compositions in birds feeding in aquatic and terrestrial ecosystems. *Contemporary Problems of Ecology*. 2016. V. 9. № 4. P. 503–513.

Rozentsvet O. A., Bogdanova E. S., Ivanova L. A., Ivanov L. A., Tabalenkova G. N., Zakhochiy I. G., Nesterov V. N. Structural and functional organization of the photosynthetic apparatus in halophytes with different strategies of salt tolerance *Photosynthetica*. 2016. V. 54. № 3. P. 405–413.

Rozentsvet O. A., Nesterov V. N., Bogdanova E. S., Tabalenkova G. N., Zakhochiy I. G. Biochemical conditionality of differentiation of halophytes by the type of regulation of salt metabolism in pteridophytes. *Contemporary Problems of Ecology*. 2016. V. 9. № 1. P. 98–106.

Kirillov A. A., Kirillova N. Y. Analysis of the reproductive structure of the hemipopulation of the cosmocerca ornata (dujardin, 1845) (nematoda: cosmoceridae) in marsh frogs of different ages. *Inland Water Biology*. 2016. V. 9. № 3. P. 310–318.

Chikhlyayev I. V., Fayzulin A. I., Ruchin A. B. The helminth fauna study of European common toad in the Volga basin. *Nature Environment and Pollution Technology*. 2016. V. 15. № 3. P. 1103–1109.

Mineeva O. V. Infestation of fish with the alien parasite *nicolla skrjabini* (iwantitzky, 1928) (trematoda, opocoelidae) in the Saratov reservoir. Russian Journal of Biological Invasions. 2016. V. 7. № 3. P. 268–274.

Szadziewski R., Sontag E., Urbanek A., Golovatyuk L. V., Zinchenko T. D. All stages of the palaeartic predaceous midge *Palpomyia schmidti goetghebuer*, 1934 (Diptera: Ceratopogonidae). Zootaxa. 2016. V. 4137. № 1. P. 85–94.

Кириллов А. А., Кириллова Н. Ю. Влияние зимовки озерной лягушки на репродуктивную структуру гемипопуляции *Cosmocerca ornata* (Nematoda: Cosmocercidae). Паразитология. 2016. Т. 50. № 1. С. 21–39.

Васюков В. М., Татанов И. В. Новые комбинации в родах *campanula* l. (*campanulaceae*) и *chamaecytisuslink* (*fabaceae*). Turczaninowia. 2016. Т. 19. № 2. С. 67–69.

PLOTS Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Landucci F., Danihelka J., Jiroušek M., Marcenò C., Michalcová D., Peterka T., Hennekens S.M., Schaminée J. H. J., Janssen J. A. M., Dengler J., Jandt U., Jansen F., Ácić S., Dajić Stevanović Z., Agrillo E., Attorre F., De Sanctis M. et al. European vegetation archive (eva): an integrated database of european vegetation. Applied Vegetation Science. 2016. V. 19. № 1. P. 17–180.

Опубликовано: 10 монографий, из них одна на иностранном языке, изда-на за рубежом, 288 статей, из них: 279 на русском языке в российских жур-налах, 9 на иностранных языках в зарубежных журналах, 18 статей в сборни-ках материалов российских конференций, 34 статьи в сборниках материалов международных конференций (проведенных в России), 7 статей в сборниках материалов зарубежных конференций (проведенных за рубежом).

ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ РАН Директор – член-корреспондент РАН Н. В. Лукина

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Усовершенствован и апробирован метод актуализации карт классов природной пожарной опасности (КППО) в лесах на основе комплексной обработки многолетних спутниковых данных о лесных пожарах и карты лесной растительности субъекта РФ, позволяющий ежегодно вносить изменения в КППО в результате пожаров, вырубок и других негативных факторов. Создана карта лесной растительности Иркутской области на основе локально-адаптивного алгоритма классификации мультиспектральных и разносезонных данных высокого пространственного разрешения (30 м).

Проведено исследование возможности оценки повреждения лесов сибирским шелкопрядом на основе космических снимков высокого разрешения (30 м). На основе наземных и дистанционных данных выявлены закономерности и факторы формирования типологического разнообразия растительного покрова на примере северотаежных лесов (ак. А. С. Исаев, к.т.н. Д. В. Еришов).

На основе наземных и дистанционных данных выявлены закономерности и факторы формирования типологического разнообразия растительного покрова широколиственно-хвойных лесов юго-западной части Московской области. Выделены основные факторы дифференциации лесных экосистем на региональном уровне, в том числе влияние рельефа и хозяйственной деятельности человека (ак. А. С. Исаев, д.б.н. Т. В. Черненкова).

Проведена ретроспективная оценка баланса углерода в лесах России по системе РОБУЛ для 1998–2015 гг. Обнаружено, что сток углерода в лесах России снижается начиная с 2008 года. Главная причина этого явления состоит в достижении лесами возраста, при котором активный сток возростал в течение 20 лет из-за низкого уровня заготовки древесины в период с 1988 по 2008 год. Основной потенциал поглощения углерода, связанный с ростом и развитием древостоя, исчерпан, что является источником возможных проблем в использовании лесов для целей Парижского соглашения (д.б.н. Д. Г. Замолодчиков, к.б.н. В. И. Грабовский).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Выполнена комплексная оценка состояния лесных сообществ слабо изученной малонарушенной лесной территории Северного Урала (Печоро-Илычский заповедник) по следующим показателям: размер и время существования окон возобновления и ветровально-почвенных комплексов, биомасса древостоя и напочвенного покрова, мощность гумусового горизонта, показатели биоразнообразия флоры и почвенной фауны: общее видовое богатство, видовая насыщенность и разнообразие функциональных групп видов. Проанализирована связь прошлых пожаров с орографией территории и ее доступностью для людей.

Проведено уточнение систем ранжированных оценок для характеристик различных ландшафтных компонентов в модельных речных долинах лесостепной зоны Европейской России. На примере речных долин лесостепной зоны разработаны шкалы ранжированных оценок для характеристик рельефа (д.б.н. О. В. Смирнова, к.б.н. Т. Ю. Браславская, к.б.н. А. А. Алейников, к.б.н. Е. В. Тихонова).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)

На основе данных, полученных на регулярной сети пробных площадей (общее количество – 134) в Республике Карелия и на Карельском перешейке, проведена оценка влияния растительности на плодородие лесных почв. Выявлены достоверные связи между показателями плодородия органогенных, элювиальных и иллювиальных горизонтов почв (актуальная кислотность, С, N, C/N, обменные катионы, степень насыщенности основаниями и др.) и типами местообитаний А. К. Каяндера на уровне подзон тайги (чл.-к. Н. В. Лукина, к.б.н. М. А. Орлова, к.б.н. Е. В. Тихонова, А. И. Казакова, Д. Н. Тебенькова, чл.-к. О. Н. Бахмет, д.б.н. А. М. Крышень, к.б.н. А. В. Горнов). (Раньше Тихонова была к.б.н., а здесь без уч. ст.; вставила.)

Выявлены особенности формирования лесов на заброшенных сельскохозяйственных угодьях (сенокосах и залежах) в подзоне хвойно-широ-

колиственных лесов. Показана роль роющих животных в формировании плодородия почв, микроклимата и населения почвенной мезофауны на зарастающих лесом сельскохозяйственных угодьях (к.б.н. А. В. Горнов).

Направление 62. Биотехнологии

Дана оценка потенциала использования биосубстратов из отходов целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) для лесовыращивания. Определено содержание диоксинов и элементов питания в биосубстратах, полученных путем последовательной двухстадийной переработки грибами и червями твердых отходов ЦБК, использующих хлорную отбелку целлюлозы. В результате переработки происходит снижение содержания диоксинов более чем в два раза; на каждой стадии переработки сужается отношение C/N, увеличивается содержание доступных для растений соединений элементов питания (чл.-к. Н. В. Лукина, к.б.н. Д. Н. Тебенькова, к.б.н. М. А. Орлова, к.б.н. Р. А. Воробьев, д.б.н. О. В. Королева, к.б.н. Т. В. Федорова, Е. О. Лендесман, к.б.н. О. И. Кляйн, к.б.н. Л. Б. Рыбалов, А. И. Бастраков, А. Ж. Барне, чл.-к. Б. Р. Стриганова).

Основные публикации

Монография

Браславская Т. Ю., Горячкин С. В., Кутенков С. А., Мамонтов В. Н., Попов С. Ю., Пучнина Л. В., Сидорова О. В., Торхов С. В., Федченко И. А., Чуракова Е. Ю. Флора и растительность Беломорско-Кулойского плато. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2016. 347 с.

Статьи

Ershov D. V., Isaev A. C., Lukina N. V., Gavriilyuk E. A., Koroleva N. V. Assessment of Biodiversity in Central Federal Okrug Using Satellite-Based Maps of Terrestrial Ecosystems // Contemporary Problems of Ecology. 2016. V. 9. N. 7, P. 791–804.

Grunewald K., Bastian O., Bukvareva E. N., Zimenko A. V., Grabovsky V. I., Schmauder H. Erfassung und Bewertung der Ökosystemleistungen Russlands: ein Status-quo-Bericht // Natur und Landschaft. 2016. V. 91. N 4. P. 170–178.

Maslakov A., Kraev G. Erodibility of permafrost exposures in the coasts of Eastern Chukotka // Polar Science. 2016. V. 10. N 3. P. 374–381.

Zamolodchikov D.G. CO₂ exchange in tundra ecosystems of Vaygach Island in an unusually warm and dry vegetation season // Biology Bulletin Reviews. 2016. V. 6, N. 1. P. 24–38.

Zhirin V. M., Knyazeva S. V., Eydlina S. P. Long-Term Dynamics of Vegetation Indices in Dark Coniferous Forest after Siberian Moth Disturbance // Contemporary Problems of Ecology. 2016. V. 9. N 7. P. 834–843.

Артемкина Н. А., Орлова М. А., Лукина Н. В. Химический состав хвои *Juniperus Sibirica* (Сupressaceae) в экотоне лес-тундра, Хибинские горы // Экология. 2016. № 4. С. 243–250.

Лукина Н. В., Орлова М. А., Перминова И. В., Хусаинова В. С., Воробьева Д. Н., Артемкина Н. А. Метоболомика лесных экосистем: проблемы и перспективы // Лесоведение. 2016. № 6. С. 492–500.

Орлова М. А., Лукина Н. В., Смирнов В. Э., Артемкина Н.А. Влияние ели на кислотность и содержание элементов питания в почвах северотаежных ельников кустарничково-зеленомошных // Почвоведение. 2016. № 11. С. 1355–1367.

Пузаченко М. Ю., Черненко Т. В. Определение факторов пространственного варьирования растительного покрова с использованием ДДЗ, ЦМР и полевых данных на примере центральной части Мурманской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 5. С. 167–191.

Смирнова О. В., Торопова Н. А. Потенциальная растительность и потенциальный экосистемный покров // Успехи современной биологии. 2016. Т. 136. № 2. С. 199–211.

Опубликовано: 1 монография; 38 статей, из них 10 на иностранных языках.

УЧРЕЖДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ РАН

ГОРНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Директор – доктор биологических наук З. М. Асадулаев

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Получены данные, раскрывающие таксономическую структуру и филогенетические связи сложной в систематическом отношении секции *Oreiprason* F. Nees. рода *Allium* L. Раскрытие данного вопроса оказалось возможным благодаря молекулярно-генетическим исследованиям, для чего было привлечено около 140 образцов из природы у 12 видов этой группы. Так, в частности, выявлено, что *A. mirzajevii*, который большей частью приводился в синонимах к *A. gunibicum*, филогенетически близок *A. samurensis*, образуя с ним отдельную секцию. При этом *A. gunibicum* и *A. daghestanicum* также филогенетически оказались близки между собой и объединяются в одну секцию. Другой вид из этой группы – *A. chevsuricum*, также приводившийся в синонимах к *A. gunibicum*, показал отдаленность от последнего, образуя отдельный ряд или секцию (к.б.н. М. Д. Дибиров, к.б.н. Р. А. Муртазалиев).

Выявлен ограниченный вклад южных горных популяций (Восточный Кавказ) при послеледниковой реколонизации можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на территории Северной Европы и Сибири. Примечательно, что популяции из восточной части Северного Кавказа, Гималаев, Тянь-Шаня и Южной Сибири заметно отличаются от популяций в остальной части ареала. Структура генетической дифференциации по хлоропластному ДНК позволяет предположить, что низкая генетическая дифференциация этого вида на территории Северной Европы и Сибири связана с реколонизацией из небольшой ограниченной территории и предшествовала последнему оледенению (А. М. Мусаев).

Выявлены оптимальные параметры сверхкритической углекислотной экстракции липидной фракции из микроводоросли *Nannochloropsis salina* – перспективной цианобактерии для получения биодизельного топлива. Выявлен также компонентный состав жирных кислот образующих триацилглицериды липидной фракции, установлено содержание большого количества полиненасыщенных жирных кислот, что перспективно с точки зрения лекарственного применения растительных жиров, полученных из этой микроводоросли (А. М. Алиев).

При исследовании компонентного состава эфирных масел, полученных из наземной части природной и интродукционных популяций *Satureja subdentata* Boiss. – эндемичного кавказского вида, таксономический статус которого подвергался ревизиям, и его или относили к подвиду *Satureja montana* L., или считали синонимом *Satureja intermedia* С. А. Мей – выявлены значительные различия от этих двух близких видов. По соотношению количества двух пространственных изомеров карвакрол–тимол в составе эфирного масла вид занимает промежуточное положение между ними. Кроме того в составе эфирного масла присутствуют мажорные соединения, не характерные для этих видов, что является, на наш взгляд, существенным доводом для сохранения видового статуса *Satureja subdentata* Boiss (А. М. Мусаев).

Направление 52. Биологическое разнообразие

За 2016 год в лишенофлоре Дагестана выявлено 126 новых видов, 24 новых рода (*Arthothelium*, *Bactrospora*, *Bellemerella*, *Bryostigma*, *Catinaria*, *Coniocarpon*, *Cresporhaphis*, *Dendrographa*, *Didymocyrtis*, *Enchylium*, *Enterographa*, *Inoderma*, *Lecanographa*, *Lepraria*, *Leprocaulon*, *Pachnolepia*, *Peridiothelia*, *Porpidinia*, *Protoparmelia*, *Sclerophora*, *Strangospora*, *Tremella*, *Xanthoriicola*, *Zwackhia*) и 3 новых семейства (*Lecanographaceae*, *Pleomassariaceae*, *Trichosphaeriaceae*). Среди них 27 видов и 2 рода (*Porpidinia* и *Bellemerella*) – новые для лишенофлоры Кавказа; 12 видов и 2 рода (*Porpidinia* и *Bellemerella*) – новые для лишенофлоры России; 2 вида (*Bellemerella polysporinae*, *Candelariella superdistans*) – новые для Азии (к.б.н. А. Б. Исмаилов).

Оценена природоохранная значимость сообществ формации *Pinus kochiana*. Здесь выявлено 570 видов сосудистых растений, среди которых 128 эндемиков, 107 реликтов различных периодов, 11 редких видов. Выявлены наиболее значимые сообщества: *Pinetum calamagrostidoso-hylocomiosum* – сосняк вейниково-зеленомошный, *Pinetum kochianae oxalidoso-hylocomiosum* – сосняк кислично-зеленомошный, *Pinetum hylocomioso-vacciniosum* – сосняк чернично-зеленомошный. Полученные результаты могут быть использованы для оценки сложившейся системы сохранения биоразнообразия сосновых лесов Дагестана и ее развития в целях повышения эффективности охраны их флоры и растительности республики в целом (З. И. Абдурахманова).

Впервые дана эколого-фитоценотическая классификация сообществ Самурского леса с участием редких древесных видов. Выделены три формации: 1) *Carpineta betulus* – грабняк из граба обыкновенного, с двумя ассо-

циациями *Carpinetum compositum* – грабняки сложные (субасс. – *lianosum*, *lianosum-euphorbosum*, *lianosum-robosum*) и *Carpinetum euphorbosum* – грабняки молочайные (субасс. – *lianosum-euphorbosum*, *hederoso-euphorbosum*, *fraxinoso-euphorbosum*, *quercoso-euphorbosum*, *quercoso-lianosum-euphorbosum*); 2) *Querceta robur*, с ассоциацией *Quercetum carpinoso-euphorbosum* и субасс. *typicum carpinoso-euphorbosum*; 3) *Fraxineta excelsior* с ассоциацией *Fraxinetum fruticoso-euphorbosum* и субасс. *typicum fruticoso-euphorbosum* (к.б.н. Х. У. Алиев).

Составлен продромус формации сосновых лесов Дагестана из *Pinus kochiana*, включающий 12 ассоциаций, отнесенных к шести группам ассоциаций.

Группа ассоциаций 1. *Pineta kochianaе hylocomiosa* – сосняки зеленомошные.

Асс. 1. *Pinetum calamagrostidoso-hylocomiosum* – сосняк вейниково-зеленомошный.

Асс. 2. *Pinetum kochianaе oxalidoso-hylocomiosum* – сосняк кислично-зеленомошный.

Асс. 3. *Pinetum hylocomioso-vaccinosum* – сосняк чернично-зеленомошный.

Группа ассоциаций 2. *Pineta kochianaе nanocaricosa* – сосняки осочковые.

Асс. 4. *Pinetum kochianaе nanocaricosum* – сосняк осочковый.

Асс. 5. *Pinetum kochianaе hylocomioso-caricosum albae* – сосняк зеленомошно-белоосочковый.

Асс. 6. *Pinetum kochianaе oligoherboso-caricosum* – сосняк беднотравно-осочковый.

Группа ассоциаций 3. *Pineta kochianaе graminosa* – сосняки злаковые.

Асс. 7. *Pinetum calamagrostidosum arundinaceae* – сосняк вейниковый.

Асс. 8. *Pinetum kochianaе brachypodiosum* – сосняк коротконожковый.

Асс. 9. *Pinetum varioherboso-graminosum* – сосняк разнотравно-злаковый.

Группа ассоциаций 4. *Pineta kochiana juniperosa oblongae* – сосняки можжевеловые.

Асс. 10. *Pinetum kochianaе juniperosum oblongae* – сосняк разнотравно-можжевеловый.

Группа ассоциаций 5. *Pineta kochiana xeroherbosa* – сосняки сухотравные.

Асс. 11. *Querceto pubescentis* – *Pinetum kochianaе xeroherbosum* – дубово-сосняк сухотравный.

Группа ассоциаций 6. *Pineta kochiana phryganodes* – сосняки фриганоидные.

Асс. 12. *Pinetum phryganodes* – сосняк фриганоидный. (З. И. Абдурахманова).

По результатам анатомических исследований листьев предложены диагностические признаки, позволяющие достоверно идентифицировать видовую принадлежность *Diospyros virginiana* L., *Diospyros kaki* Thunb, *Diospyros lotus* L. Отмечено, что листья хурмы виргинской, по сравнению с листьями других исследованных видов, обладают более ксероморфным строением (к.б.н. З. Р. Рамазанова).

Основные публикации

Омарова П. К., Асадулаев З. М. Постпирогенная динамика растительности буково-тисового леса Предгорного Дагестана // Лесоведение. 2016. № 3. С. 209–215. IF: 0,880. (Scopus, WoS).

Садыкова Г. А., Асадулаев З. М. Межпопуляционная изменчивость признаков генеративных органов *Juniperus polycarpus* С. Koch в Дагестане // Поволжский экологический журнал. 2016. № 2. С. 222–229. (Scopus, WoS). IF: 0.396.

Муртазалиев Р. А. Сравнительный анализ таксономической структуры видового состава флористических округов Дагестана // Takhtajania, 2016. Вып. 3. С. 85–92.

Абдурахманова З. И., Алиев Х. У., Нешатаева В. Ю. Сосновые леса из *Pinus kochiana* с участием *Taxus baccata* в Мушулинском ущелье (Внутригорный Дагестан) и вопросы их охраны // Ботанический журнал. 2016. Т.101. № 2. Санкт-Петербург. Изд-во «Наука». С. 227–244. IF: 0.359. WoS (BIOSIS, ZR).

Асадулаев З. М., Садыкова Г. А., Маллалиев М. М. Экологические группировки видов растений откосов автодорог Горного Дагестана // Бюллетень МОИП. Отд. Биол. 2016. Т.121. №1. С. 69–75. WoS (BIOSIS, ZR). IF: 0.299.

Керимов В., Муртазалиев Р. А. К нахождению *Allium grande* Lipsky (*Alliaceae*) в Азербайджане // Бот. журн. 2016. Т. 101. № 1. С.108–111. WoS (BIOSIS, ZR). IF: 0,359.

Керимов В., Юсифов Э., Муртазалиев Р. А. Новые для флоры Кавказа виды растений из Азербайджана // Бот. журн. 2016, Т. 101. № 5. С. 592–594. WoS (BIOSIS, ZR). IF: 0,359.

Асадулаев З. М., Анатов Д. М., Османов Р. М. Разнообразие и происхождение местных сортов абрикоса в Дагестане // Известия ОГАУ. № 1. 2016. С. 28–30. IF: 0,303.

Vondrák J., Ismailov A., Urbanavichus, G. Lichens of the family Teloschistaceae in Dagestan, an eastern part of the Caucasian biodiversity hot-spot. Nova Hedwigia. Germany, 2016. Vol.104 (2017). Issue 4. p. 483–498. DOI: 10.1127/nova_hedwigia/2016/0387. (WoS, Scopus).

Urbanavichus G., Ismailov A. New records of lichens and lichenicolous fungi from Dagestan, Russia. Folia Cryptogammica Estonica. Estonia, 2016. P. 65–69. DOI: <https://doi.org/10.12697/fce.2016.53.08>. (Scopus).

Vishnyakova M., Burlyayeva M., Akopian Ja., Murtazaliev R., Mikić A. Reviewing and updating the detected locations of beautiful vavilovia (*Vavilovia formosa*) on the Caucasus sensu stricto // Genetic Resources and Crop Evolution, 2016. Vol. 63. N 7. P. 1085–1102. DOI 10.1007/s10722-016-0440-x. (WoS, Scopus). IF: 1,258).

Murtazaliev R. A. About floristic findings in the Russian part of the Caucasus.// Willdenowia, 2016. Vol. 46. Issue 3. P. 423–442. DOI: <http://dx.doi.org/10.3372/wi.46.46310>. (WoS, Scopus). IF: 0,72.

Aliiev A. M., Abdulgatov I. M. The study of microalgae *Nannochloropsis salina* fatty acid composition of the extracts using different techniques. SCF vs conventional extraction // Journal of Molecular Liquids. 2016. DOI: 10.1016/j.molliq.2016.08.021. (WoS, Scopus). IF: 2,74.

Hantemirova E. V., Heinze B., Knyazeva S. G., Musaev A. M., Lascoux M. & Semerikov V. L. A new Eurasian phylogeographical paradigm? Limited contribution of southern populations to the recolonization of high latitude populations in *Juniperus communis* L. (Cupressaceae) // *Journal of Biogeography*. 2016. Vol. 44. Issue 2. P. 271–282. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.12867/full>. (WoS, Scopus). IF: 3,997.

Ignatov M. I., Abakarova A. S., Alekseev P. I., Kučera J. *Cynodontium eocenicum*, a new moss from the baltic amber // *Arctoa*. 2016. Vol. 25. P. 236–240 (Scopus). Публикации на ин. яз. должны располагаться отдельно от русскоязычных

Опубликовано: 2 монографии, 2 учебно-методических пособия, 86 статей, из них 12 на иностранных языках в зарубежных журналах и 43 статьи на русском языке в российских журналах, 31 статья в материалах российских конференций.

**ПРИКАСПИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**
Врио директора – доктор биологических наук Н. И. Рабазанов

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Установлены ритмы активности и характер использования территории эндемиком Кавказа хомяком Радде в условиях изменения характера землепользования и снижения численности (чл.-к. М.-Р. Д. Магомедов, М. М. Чунков, д.б.н. К. З. Омаров).

Впервые в условиях Восточного Кавказа установлены особенности пространственного распределения, половозрастной и социальной структуры горной популяции благородного оленя (чл.-к. М.-Р. Д. Магомедов, к.б.н. Ю. А. Яровенко, к.б.н. Э. А. Бабаев).

Получены новые данные по структуре хромосом муравьиных львов и аскалафов: выявлены кариотипы и расположение кластеров рибосомальных генов в кариотипе этих видов. Установлено наличие теломерных повторов TTAGGn у базовых таксонов муравьиных львов и аскалафов, что указывает на монофилию этих групп (чл.-к. М.-Р. Д. Магомедов, Г. Н. Хабиев).

Проводились сравнительные исследования фотосинтетических характеристик и пигментного состава световых и теневых листьев древесных растений (клена остролистного [*Acer platanoides* L.] и ясеня обыкновенного [*Fraxinus excelsior*]), произрастающих в условиях урбанизированной среды (г. Махачкала) на территориях с высокой степенью транспортной нагрузки. Отмечено достоверное снижение уровня фотосинтетической активности исследуемых групп растений при сочетанном воздействии интенсивной инсоляции и высокой транспортной нагрузки (к.б.н. А. Т. Маммаев, М. Ю. Алиева).

Проведены морфометрические исследования карповых рыб на массовых материалах, охватывающих различные размерно-весовые группы выборок

и собранных в разные сезоны года. Морфологию черепа изучали по опубликованной ранее методике. Длину основания черепа измеряли от переднего края сошника до заднего края основной затылочной кости. При остеологических исследованиях помимо подсчета числа позвонков использовали также остеометрию по отделам позвоночника (туловищному, переходному и хвостовому) (д.б.н. Н. И. Рабазанов, к.б.н. З. М. Курбанов, к.б.н. К. М. Гусейнов, к.б.н. Д. А. Устарбекова, У. Д. Зурхаева, З. С. Курбанова, Е. Н. Лобачев).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Проведена ревизия жуков-чернотелок рода *Odocnemis* (Coleoptera: Tenebrionidae) на Кавказе, в Турции и Иране, включающая 34 вида. Описан 21 новый вид. Охарактеризовано 8 групп видов, монофилия которых подтверждена молекулярно-генетическими исследованиями. На основе широкого применения морфологического анализа установлены основные эволюционные тенденции, связанные с морфологическими адаптациями к аридным и гумидным условиям среды. Установлены палеогеографические предпосылки видового разнообразия жуков-чернотелок рода *Odocnemis* (чл.-к. М.-Р. Д. Магомедов, к.б.н. М. В. Набоженко).

По данным 35-летних исследований (1980–2015 гг.) разработана модель формирования приморских лагун Среднего Каспия, применимая к берегам мира (к.б.н. Е. В. Вилков).

Проведена полная инвентаризация и установлены особенности зонально-биотопического распределения 9 видов земноводных в Дагестане. Изучены особенности совместного обитания 7 видов земноводных на послелесных лугах восточных предгорий Дагестана. Показаны различные механизмы, позволяющие избегать конкуренции между видами, основанные на биологических (сроки репродуктивного цикла) и экологических различиях (микробиотопическая приуроченность, суточная активность) (А. Д. Аскендеров).

Проведена инвентаризация малакофауны Кавказа. Установлено, что на Кавказе встречаются 352 вида наземных моллюсков, относящихся к 140 родам и 36 семействам, из которых 255 видов из 104 родов и 24 семейств составляют эндемики. Наибольший процент эндемизма также приходится на западно-кавказские виды – 87%. Анализ современных ареалов эндемичных видов наземных моллюсков и их наложение на палеокарту Кавказских островов палеоген-олигоценевого периода показывает, что наибольшее число видов связано своим происхождением с палеоостровами. Полученные результаты могут служить основой для реконструкции вероятных путей формирования малакофауны региона (к.б.н. М. З. Магомедова).

Установлено, что население пелагиали дагестанского прибрежного района Каспийского моря в настоящее время все еще находится под влиянием гребневика *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, который оказывает сильный пищевой пресс на планктонные организмы (к.б.н. М. М. Османов, к.б.н. М. М. Алигаджиев).

Исследования видового разнообразия фитоперифитонных сообществ Самурско-Каспийской прибрежной акватории Каспийского моря показали, что основу сообществ составляли диатомовые микроводоросли. При этом

структура сообществ фитоперифитона различается по видовому разнообразию и доминантному комплексу (к.б.н. М. М. Османов, к.б.н. Ф. Ш. Амаева, к.б.н. А. А. Абдурахманова).

Изучены подвиды двустворчатого моллюска *Didacna protracta* (Eichw). Полученные результаты исследования параметров индивидуального, аллометрического, группового роста и формообразования раковин на примере одного из наиболее часто встречающихся подвидов *Didacna protracta submedia* имеют определяющее значение для нахождения критериев оценки условий обитания и выявления характера распределения в современном Каспии (к.б.н. М. М. Османов, к.б.н. М. В. Хлопкова).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

В условиях Присулакской низменности Средне-Западного Прикаспия установлены эволюционные изменения признаков и степени химизма засоления почв. Светло-каштановые незасоленные почвы эволюционируют в светло-каштановые смешанного засоления, лугово-каштановые незасоленные – в средние и сильно засоленные солончаковые почвы, а луговые солончаковые – в луговые солончаки (к.б.н. А. Б. Биарсланов, к.с.-х.н. Э. М.-Р. Мирзоев, И. А. Магомедов). (Вставила слово «засоленные».)

Предложены научно обоснованные, принципиально новые, не имеющие аналогов методы и способы конденсации атмосферной парообразной влаги в почве и водосберегающие технологии орошения дождеванием и капельным способом для борьбы с деградацией и опустыниванием земель в условиях аридного почвообразования. Подготовлена заявка на изобретение (к.с.-х.н. Э. М.-Р. Мирзоев, И. А. Магомедов).

Изучена многолетняя динамика изменения уровня грунтовых вод почв Терско-Сулакской низменности. В период с 1955 по 2016 год отмечено повышение уровня грунтовых вод на примере луговых солончаковых почв, что приводит к деградации почвенного и растительного покрова (к.б.н. А. Б. Биарсланов, к.с.-х.н. Э. М.-Р. Мирзоев, к.б.н. З. У. Гасанова, к.б.н. Д. Б. Асгерова).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Впервые исследованы микробные сообщества солонцово-солончаковых почв и галофитов Терско-Кумской провинции Прикаспийской низменности (Республика Дагестан). Выявлено более 40 новых видов и форм бактерий, наиболее близких к филуму Firmicutes, семейству *Bacillaceae*, родам *Bacillus* и *Salimicrobium*. Бактерии рода *Bacillus* и *Salimicrobium* являются доминантами экстремофильных почвенных сообществ данного региона. Результаты исследований могут быть использованы в биомониторинге засоленных почв (к.б.н. Д. А. Аливердиева, к.б.н. С. Ц. Котенко, к.б.н. Э. А. Халилова).

Проведен цикл работ по изучению дрожжевых сообществ в почве под виноградниками. Выявлена встречаемость 20 видов дрожжевых грибов, в основном аллохтонных. Показано, что некоторые виды эпифитных дрожжей, выделенные из почвы весной, в том числе *Saccharomyces cerevisiae*,

способны сохранять жизнеспособность. Ведется поиск штаммов, эффективных для решения задач биотехнологии (к.б.н. Д. А. Аливердиева, к.т.н. Д. А. Абдуллабекова, к.б.н. Е. С. Магомедова).

Методом селекции получен новый штамм *S. cerevisiae* Y-4270 для производства красных столовых вин с высокими биохимическими и технологическими показателями. Филогенетический анализ данных секвенирования гена 18S рРНК показал соответствие его виду *S. cerevisiae* (99%). Осуществлены производственные испытания на ОАО «Дербентский завод игристых вин» (к.б.н. Д. А. Аливердиева, к.б.н. С. Ц. Котенко, к.б.н. Э. А. Халилова).

Установлена возможность получения высококачественных шампанских, коньячных виноматериалов, разработана биотехнология производства конкурентоспособных специальных вин из интродуцированных сортов винограда Молдова и Ркацители, произрастающих в условиях различной вертикальной поясности северо-западной зоны Дагестана (к.б.н. Д. А. Аливердиева, к.т.н. О. К. Власова, к.б.н. З. К. Бахмулаева, С. А. Магадова, Т. И. Даудова, Г. Г. Магомедов, Р. З. Гасанов).

Основные публикации

Nabozhenko M. V., Keskin B., Dvadenko K. D., Alpagut Keskin N. The genus *Gunarus* Des Gozis, 1886 belongs to the subtribe *Cylindrinotina* (*Coleoptera: Tenebrionidae: Helopini*). Кавказский энтомологический бюллетень. ФГБУН ЮНЦ РАН. 2016. Т. 12. Вып. 1. С. 111–116.

Абдуллабекова Д. А., Магомедова Е. С., Магомедов Г. Г. Биотехнологический потенциал дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, выделенных с виноградников Дагестана // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 259–262.

Абдурахманов Г. М., Набоженко М. В. О фауногенезе жуков-чернотелок (*Coleoptera: Tenebrionidae*) Средней Азии // Ж. Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 2. С. 170–177.

Абдурахманов Г. М., Набоженко М. В., Абдурахманов А. Г., Иванушенко Ю. Ю., Даудова М. Г. Географические связи жуков-чернотелок (*Coleoptera: Tenebrionidae*) Тетийской пустынно-степной области Палеарктики с историческим обзором // Ж. Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 3. С. 35–89.

Абдурахманов Г. М., Сокольский А. Ф., Куаньшиева Г. А., Сокольская Е. А., Брумштейн Ю. М. Системный анализ перспективных направлений эколого-биологических исследований Каспийского моря // Ж. Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 1. С. 8–20.

Алиева М. Ю., Магомедова М. Х.-М., Маммаев А. Т., Пиняскина Е. В., Пиняскина А. В. Исследование флуоресценции световых и теневых листьев древесных растений // Труды Института геологии ДНЦ РАН. 2016. С. 296–299.

Амаева Ф. Ш., Алигаджиев М. М., Абдурахманова А. А. О размещении искусственного рифа в Каспийском море // Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22 № 2 (67). С. 87–92.

Асгерова Д. Б., Бийболатова З. Д., Батырмурзаева П. А., Желновакова В. А. Изменение затопленных почв прибрежной полосы Каспия в периоды их ис-

сушения и аридизации // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22 № 2 (67). С. 56–62.

Бабаев Э. А., Яровенко Ю. А., Насрулаев Н. И. Особенности пространственной структуры популяции кавказской серны (*Lupicapra lupicapra caucasica*) в Тляратинском заказнике (Дагестан) // Зоологический журнал. 2016. Т. 95. № 9. С. 1108–1116.

Бабаева М. А., Осипова С. В. Влияние пастбищных фитоценозов на формирование органического вещества почв Терско-Кумской полупустыни // Ж. Вестник РАСХН 2016, №1, С. 21–23.

Бийболатова З. Д., Загидова Р. М., Асгерова Д. Б., Батырмурзаева П. А. Особенности миграции солей в компонентных соляноквых экосистемах Терско-Кумской низменности // Труды института геологии ДНЦ РАН. 2016. Вып. № 67. С. 73–75.

Вилков Е. В. Изменение стратегии миграций чайковых птиц (*Laridae*) вдоль западного Каспия – результат трансформации экологической ситуации в пространстве и времени // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 273–298.

Вилков Е. В. Особенности экологии щурок (*Merops apiaster*, *M. superciliosus*) в Дагестане как районе интенсивных миграций // Ж. Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11. № 3. С. 90–105.

Гасанов Г. Н., Салихов С.А., Давудов М. Д. Биологическая система содержания почвы в полупаровый период // Ж. Вестник РАСХН. 2016. №1. С. 18–21.

Гасанов Г. Н., Арсланов, М. А. Сроки посева представителей местной флоры при поверхностном улучшении естественных пастбищ в условиях полупустыни // Ж. Аграрная наука. 2016. № 5. С. 21–24.

Гасанов Г. Н., Асварова Т. А., Гаджиев К. М., Ахмедова З. Н., Абдулаева А. С., Баширов Р. Р., Арсланов М. А. Состояние и приемы восстановления продуктивности растительного покрова Терско-Кумской полупустыни // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2–1. С. 59–64.

Гасанов Г. Н., Гаджиев К. М., Ахмедова З. Н., Рамазанова З. Р., Баширов Р. Р., Асварова Т. А. Определение наименьшей влагоемкости почв ускоренным методом в полевых условиях // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 60. С. 20–25.

Гасанов Г. Н., Салихов Ш. К., Гаджиев К. М., Маллалиев М. М., Шайхалова Ж. О., Гимбатова К. Б. Видовой состав и продуктивность луговых фитоценозов горы Маяк (Гунибское плато, Республика Дагестан) // Ж. Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. № 2. С. 214–224.

Гуруев М. А., Амаева Ф. Ш. Исследование современных тенденций морфодинамических характеристик пойменно-руслых комплексов дельты реки Самур // Ж. Природообустройство. М.: РГАУ–МСХА. 2016. № 3. С. 26–32.

Джалалова М. И., Загидова Р. М., Абдурашидова П. А. Особенности наземно-аквального экотона морского побережья Северного Дагестана // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22. № 2 (67). С. 72–77.

Ермаков, О. А., Файзулин А. И., Аскендеров А. Д., Иванов А. Ю. Молекулярно-генетическая характеристика озерных лягушек *Pelophylax ridib-*

undus Республики Дагестан по данным анализа митохондриальной и ядерной ДНК) // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18, № 5. С. 94–97.

Залибеков З. Г., Биарсланов А. Б. О разнообразии почвенных ресурсов и их роли в создании продовольственной безопасности // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22. № 2 (67). С. 5–15.

Исламмагомедова Э. А., Халилова Э. А., Котенко С. Ц. Использование геотермальных вод Дагестана в научных исследованиях и биотехнологических процессах // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22 № 2 (67). С. 63–71.

Котенко С. Ц., Исламмагомедова Э. А., Халилова Э. А., Абакарова А. А. Биотехнологические свойства нового штамма дрожжей *S. cerevisiae* Y-3980 // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. 2016. № 4. С. 40–44.

Магомедова М. З. Состав фауны и распространение наземных моллюсков Внутривосточного Дагестана // Ж. Юг России: экология, развитие. 2016. Т. 11. № 3. С. 120–128.

Магомедова М. Х.-М., Маммаев А. Т., Алиева М. Ю., Пиняскина Е. В., Пиняскина А. В. Оценка состояния аридных территорий методом квантового выхода флуоресценции растений // Вестник Дагестанского научного центра. 2016. № 63. С. 6–11.

Мазанаева Л. Ф., Аскендеров А. Д. К распространению и экологии средней ящерицы *Lacerta media Lantz et Cyren, 1920 (Reptilia:Sauria:Lacertidae)* в Дагестане // Ж. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3, Биология. 2016. № 4. С. 49–55.

Маммаев А. Т., Алиева М. Ю., Магомедова М. Х.-М., Пиняскина Е. В. Флуоресцентные исследования системы почва-растение // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22. № 2 (67). С. 48–55.

Мирзоев Э. Р., Магомедов И. А. Увеличение продуктивности пастбищ подверженных опустыниванию земель методом аэрации почв // Ж. Кормопроизводство № 4. 2016. С. 7–10.

Омаров К. З., Омаров Р. Р., Магомедов М. Ш. Состояние популяции и особенности питания полуденной песчанки (*Meriones meridianus*) в Северо-Западном Прикаспии // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2015. № 58. С. 15–19.

Омаров К. З., Яровенко Ю. А. Видовое разнообразие и современное состояние териофауны Восточного Кавказа // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2016. № 61. С. 6–18.

Османов М. М., Алигаджиев М. М., Гуруев М. А., Амаева Ф. Ш., Абдурахманова А. А. Гидробиологические исследования акватории острова Тюлений // Вестник Дагестанского научного центра РАН. Махачкала: ДНЦ РАН. 2016. № 60. С. 14–19.

Рогов А. Г., Тренделева Т. А., Аливердиева Д. А., Звягильская Р. А. Еще раз о взаимодействии бутилового эфира родамина 19 с митохондриями печени крысы // Ж. Биохимия. 2016. Т. 81. № 4. С. 585–592.

Халилова Э. А., Турова Т. П., Котенко С. Ц., Исламмагомедова Э. А., Аливердиева Д. А. Амилазо- и протеазопродуцирующие бактерии *Staphylococcus* в геотермальном источнике Махачкалинского месторождения (Дагестан) // Ж. Микробиология. 2016. Т. 85. № 2. С. 219–222.

Хумаева У. Х., Хабибов А. Д., Муратчаева П. М.-С. Оценка структуры изменчивости морфологических признаков клевера среднего при интродукции в условиях Горного Дагестана // Ж. Аридные экосистемы. М.: 2016. Т. 22. № 2 (67). С. 78–86.

Яхияев М. А., Салихов Ш. К., Абусуев С. А., Хачиров Д. Г., Атаев М. Г., Абусуева З. С. Артериальная гипертензия – следствие нарушения микроэлементного статуса объектов биосферы // Ж. Микроэлементы в медицине. 2016. Т. 17. № 2. С. 10–14.

Опубликовано: 15 учебно-методических пособий, 105 статей, в том числе 12 – в зарубежных изданиях.

**ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ ГОРНЫХ
ТЕРРИТОРИЙ им. А. К. ТЕМБОТОВА
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**
Директор – член-корреспондент РАН Ф. А. Темботова

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Результаты изучения флуктуирующей асимметрии черепа малой лесной мыши показали, что на стабильность развития структуры черепа этого европейского вида в горах Западного и Центрального Кавказа (северный макросклон) оказывает в первую очередь сочетание двух климатических факторов: среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков. В среднегорьях оптимум приходится на среднегодовую температуру 5 °С и среднегодовое количество осадков около 900 мм, в предгорьях – 7,5–9,0 °С и около 800 мм, соответственно. Естественный радиационный фон, гамма-фон, в пределах до 0,5 мкЗв/ч. не оказывает дестабилизирующего влияния (чл.-к. Ф. А. Темботова, к.б.н. А. Х. Амшокова).

Впервые получены данные по структуре кариотипа, особенностям инверсионного полиморфизма и морфологии личинок комара-звонца *Glyptotendipes salinus* Michailova, 1983 из озера Тамбукан Центрального Кавказа. Показано, что личинки из кавказской популяции вида в целом соответствуют первому описанию, однако имеют небольшие отличия, в частности, у них вдвое короче общая длина тела. В кавказской популяции выявлены новые для вида перестройки в плечах хромосом А, В, Е и G. Данные по генетическим дистанциям показали, что изученная популяция заметно обособлена от сравниваемых популяций Алтая и Казахстана и, возможно, является отдельным подвидом. Полученные данные помогут лучшему пониманию ранних этапов дивергенции видов (к.б.н. М. Х. Кармоков).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

По результатам исследования лесных экосистем Центрального Кавказа на территории Национального парка «Приэльбрусье» (ущелья рек Баксан и Малка) с использованием космических снимков спутников Landsat и данных радарной топографической съемки (SRTM) установлено, что в пери-

од с 1986 по 2015 год произошло сокращение лесного покрытия почти на 150 км², средняя скорость сокращения лесопокрытой площади равна около 5 км² в год. При этом за период с 2011 по 2015 год сокращение произошло на 1,7 км², что составляет менее 1% от площади изучаемой территории. Наблюдаемые изменения локализируются в основном вдоль Баксанского ущелья, что косвенно указывает на антропогенный характер изменений (чл.-к. Ф. А. Темботова, к.б.н. Р. Х. Пшегусов).

Изучены морфофизиологические и популяционные характеристики малой лесной мыши в условиях Западного (окр. плато Лагонаки) и Центрального Кавказа (окр. п. Эльбрус и с. Безенги) (северный макросклон). Выявлены существенные различия в популяционных характеристиках малой лесной мыши, связанные с влиянием сочетания разнообразных эколого-географических факторов (среднегодовая температура, влажность, продолжительность вегетационного периода) в условиях среднегорий Центрального и Западного Кавказа. Отсутствие интенсификации обменных процессов, а также увеличение доли беременных самок в период размножения из окрестностей с. Безенги и самый высокий процент перезимовавших животных характеризуют данный район исследований как наиболее оптимальный для малой лесной мыши в условиях среднегорий Центрального и Западного Кавказа (чл.-к. Ф. А. Темботова, к.б.н. Е. П. Кононенко, н.с. З. Х. Боттаева, н.с. М. С. Гудова).

Исследована эритропоэтическая активность костного мозга гудаурской полевки (*Chionomys gud* Satunin, 1909) в условиях секторальной неоднородности Кавказа на высоте 1800–2000 м над уровнем моря в летний период. *Ch. gud* – типично горный вид млекопитающих, эндемик Кавказа. В разных эколого-географических условиях среднегорий у *Ch. gud* установлена наибольшая эритропоэтическая активность на Центральном Кавказе, что свидетельствует о напряженном эритропоэзе в этих условиях. На Западном Кавказе у животных «напряженность» не наблюдается, что характеризует данные условия как наиболее благоприятные для вида. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в среднегорьях лимитирующим в распространении выступает не столько фактор гипоксии, сколько сочетание среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков (чл.-к. Ф. А. Темботова, н.с. З. Х. Боттаева).

На территории национального парка «Приэльбрусье» (Центральный Кавказ, Баксанское ущелье) получены первые результаты исследования лесных ценозов на наличие патологических процессов и явлений. В лесопатологическом отношении ослабленные участки леса локализируются вдоль линейных объектов инфраструктуры (дороги, линии электропередач, газопроводы). Из ландшафтно-климатических параметров, влияющих на категории лесопатологического состояния, выделяются экспозиция склона, годовая сумма осадков и годовая амплитуда температур (чл.-к. Ф. А. Темботова, к.б.н. Р. Х. Пшегусов, м.н.с. З. Т. Бербекова).

На основе использования комплексного анализа данных полевых исследований горно-луговых природных и антропогенных экосистем, дистанционной и картографической информации проведено моделирование пространственного распределения 11 горно-луговых сообществ Централь-

ного Кавказа. Установлено, что основными факторами, определяющими их пространственную дифференциацию, являются следующие климатические параметры: изотермальность температуры, годовая сумма осадков, сумма осадков в наиболее сухом месяце года. Высокая прогностическая точность моделей пространственной дифференциации горно-луговых сообществ позволяет экстраполировать полученные данные на обширные территории (к.б.н. Н. Л. Цепкова, к.б.н. Р. Х. Пшегусов).

С целью изучения современного пространственного распределения и ландшафтно-биотопической приуроченности благородного оленя исследован ряд участков в различных условиях Северного Кавказа. Проведена оценка численности благородного оленя равнинной и высокогорной популяции на Восточном Кавказе. Для равнинной популяции лимитирующими факторами являются ограниченность естественных местообитаний, усугубляющаяся природными явлениями (пожары и затопления), а также антропогенным влиянием за пределами ООПТ. На Западном Кавказе отмечена положительная динамика численности и пространственного распределения благородного оленя, о чем свидетельствуют результаты наблюдения за крупными оленьими «токами» в Кавказском заповеднике, формирование которых впервые за последние почти 30 лет было отмечено исполнителями темы с 2015 года. Исследование выполнено, в том числе, по Программе фундаментальных исследований РАН: «Биоразнообразии природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (к.б.н. А. Б. Пхитиков, к.б.н. С. А. Тренет).

Анализ таксоценов дождевых червей, комаров-болотниц, ксилофильных жуков и ос-блестянок широколиственных и темнохвойных лесов Северного Кавказа показывает, что экологическая и хорологическая структура населения беспозвоночных отражает климатические и эдафические особенности экологических ниш эдификаторов фитоценозов. Топическая специализация видов беспозвоночных возрастает как с увеличением среднегодового количества осадков, так и в интразональных условиях под влиянием близко залегающих грунтовых вод. Формирование таксоценов происходит разновекторно в дубовых, грабовых, буковых, еловых и пихтовых биогеоценозах, что позволяет использовать их структуру в мониторинге условий местообитаний (к.б.н. И. Б. Рапопорт, к.б.н. В. И. Ланцов, к.б.н. А. Р. Бибин, к.б.н. Н. Б. Винокуров).

Исследована зависимость показателей обилия дождевых червей альпийского пояса Центрального Кавказа от расположения станций обитания. Численность и биомасса люмбрицид определяются барьерно-экспозиционной зональностью 1-го порядка – экспозицией макросклона, высотой, удаленностью от влагонесущих масс – и барьерно-экспозиционной зональностью 2-го порядка – ориентировкой долин относительно основных потоков переноса влаги. Водораздельные возвышенности с более высоким радиационным балансом и продолжительностью безморозного периода отличаются большим разнообразием дождевых червей по сравнению с долинами рек и днищами ущелий, температурный режим которых не соответствует климатической норме (к.б.н. И. Б. Рапопорт).

Изучена структура фауны коротконадкрылых жуков (стафилинид) и муравьев Приэльбрусья в сосновых лесах с различными стадиями дигрессии.

Показано, что надежным маркером антропогенных нарушений является изменение численности жизненных форм беспозвоночных. Под воздействием выпаса у стафилинид сокращается доля лесных подстилочных видов, значительно возрастает численность копробионтов и появляются неспециализированные экологически пластичные виды. У муравьев на фоне общего обеднения видового состава первыми исчезают герпетобионты-карпонецрофаги и дендробионты-зоофаги. Наиболее чувствительны к выпасу узкоареальные виды беспозвоночных. Полученные данные могут быть использованы в мониторинге лесных экосистем (асп. А. А. Айыдов, асп. З. М. Юсупов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

В результате генетических исследований млекопитающих рода лесные мыши на Центральном Кавказе, в пределах Кабардино-Балкарии (5 пунктов сбора), установлено обитание генетически однородных животных, относящихся в виду малая лесная мышь (*Apodemus uralensis* Pallas, 1811), что определено на основании дистанций между ними, которые весьма низки и варьируют в пределах 0,000–0,002. Выявлена большая генетическая схожесть с малой лесной мышью Западного Кавказа (северный макросклон), что указывает на генетическое единство внутри вида малая лесная мышь на исследованной значительной территории Западного и Центрального Кавказа (чл.-к. Ф. А. Темботова, к.б.н. А. Х. Амшокова).

В результате генетических исследований сосны обыкновенной, произрастающей в Баксанском ущелье (Центральный Кавказ), выявлена дифференциация между изучаемыми выборками на уровне локальных популяций ($DN78 = 0,015$). Сравнительный географический анализ популяций сосны Центрального Кавказа и Русской равнины выявил различия между ними на уровне географической расы ($DN78 = 0,031$), подтвердив принадлежность сосны Коха на Центральном Кавказе к системе вида *Pinus sylvestris* (Санников и др., 2016). Исследование выполнено, в том числе, по Программе фундаментальных исследований РАН «Биоразнообразии природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (чл.-к. Ф. А. Темботова, асп. М. З. Моллаева).

Получены данные, значительно расширяющие сведения о биоразнообразии на Кавказе биоценотически значимых таксонов беспозвоночных – дождевых червей, ксилофильных жесткокрылых, коротконадкрылых жуков, типулоидных двукрылых, комаров-звонцов, ос-блестянок и муравьев. Для охраняемых территорий Дагестанского заповедника впервые приведены 200 видов. Ряд видов оказались новыми для науки, другие – новыми для России, Кавказа, Северного Кавказа. Описаны локалитеты, экология и распространение видов. Полученные данные могут быть использованы в качестве фоновых при изучении динамики горных экосистем, составлении кадастров беспозвоночных и послужат для лучшего понимания ареологии изученных таксонов (к.б.н. И. Б. Рапопорт, к.б.н. А. Р. Бибин, к.б.н. В. И. Ланцов, к.б.н. М. Х. Кармоков, к.б.н. Н. Б. Винокуров, асп. А. А. Айыдов, асп. З. М. Юсупов).

Изучены типулоидные двукрылые (семейства Tipulidae, Limoniidae) широколиственных лесов Дагестана – дубово-грабовых (26 видов), дубрав

(14 видов), буковых лесов (4 вида). Всего выявлено 34 вида. Из них новых для России, Кавказа, Северного Кавказа и Дагестана – 5, 2, 9 и 31 вид соответственно. Доминируют лимонииды. Наиболее полно представлены роды *Limonia* и *Helius*. Преобладают палеаркты и европейские виды. Гигрофилы (гелобионты) доминируют в грабовых лесах и дубравах, мезофилы (педобионты) – в буковых лесах. Показано большее сходство населения типулоидных грабовых лесов и дубрав по сравнению с таковым буковых лесов. Доказана возможность использования двукрылых насекомых в биологической индикации условий местообитаний (к.б.н. В. И. Ланцов).

Впервые для Северо-Восточного Кавказа приводится аннотированный список ос-блестянок (37 видов из 11 родов), из которых 6 видов: *Pseudospinolia uniformis*, *Chrysis cingulicornis*, *Ch. varicornis*, *Ch. diacantha*, *Ch. tenella* и *Hedychridium jucundum* – оказались новыми для фауны России. Получены сравнительные данные по экологии и хорологии ос-блестянок Северо-Западного и Северо-Восточного Кавказа, которые отражают особенности экологии ос-блестянок в лесных сообществах и могут быть использованы для практики мониторинговых исследований динамики экосистем Северного Кавказа (к.б.н. Н. Б. Винокуров).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Впервые в рамках разработки системы экологической оценки состояния почв проведены фундаментальные и прикладные исследования физико-химических и биологических свойств 11 типов и подтипов почв естественных и агро-биогеоценозов равнинно-предгорных территорий эльбрусского и терского вариантов поясности Центрального Кавказа (Кабардино-Балкария). Сведения визуализированы в интерактивной картографической модели, сформированной из точек-пикселей (соответствующих на местности квадрату со стороной 150 м), содержащих информацию о географических координатах, классификационной принадлежности почвы, наличии обработки и оценочной характеристике восьми почвенных показателей (к.б.н. О. Н. Горобцова, к.х.н. Ф. В. Гедгафова, с.н.с. Т. С. Улигова, м.н.с. Р. Х. Темботов, асп. Е. М. Хакунова).

Основные публикации

Тренет С. А. Зубр в Кавказском заповеднике. Майкоп: ООО «Качество», 2016. 152 с.

Амишкова А. Х., Темботова Ф. А. Дифференциация популяций криптических видов лесных мышей подрода *Sylvaemus* в различных эколого-географических условиях Северного Кавказа. Экология. 2016. № 4. С. 1–8.

Горобцова О. Н., Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Темботов Р. Х. Экофизиологические индикаторы состояния микробной биомассы черноземов Центрального Кавказа (в пределах терского варианта поясности Кабардино-Балкарии) // Экология. 2016. № 1. С. 22–29.

Горобцова О. Н., Гедгафова Ф. В., Улигова Т. С., Темботов Р. Х. Сравнительная оценка биологических свойств почв культурных и естественных ценозов Центрального Кавказа (на примере территорий терского варианта

поясности в пределах Кабардино-Балкарии) // Ж. Почвоведение. 2016. № 1. С. 100–106.

Karmokov M. Kh., Akkizov A. Yu. Karyotype characteristics and polymorphism peculiarities of *Glyptotendipes salinus* Michailova 1983 (Diptera, Chironomidae) from Tambukan Lake (Central Caucasus) // Comparative Cytogenetics. 2016. 10 (4). P. 571–585.

Radchenko A. G., Yusupov Z. M., Komarov Y. E. New data on the distribution and ecology of *Myrmica ruginodis* Finzi, 1923 (Hymenoptera, Formicidae) // Asian Myrmecology. 2016. Vol. 8. P. 1–7.

Опубликовано: 1 монография; 57 статей, из них 31 – в ведущих российских и международных журналах, 16 – мировых научных журналах, индексируемых в базе данных WOS, 20 статей в сборниках материалов конференций.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Врио директора – доктор биологических наук В. А. Илюха

Направление 51. Экология организмов и сообществ

В озерных экосистемах Республики Карелия со значительным объемом выращивания радужной форели в садках (более 20 000 т в год) отмечаются структурные перестройки альгофлоры, зоопланктона, бентоса и рыбной части сообщества. Весь комплекс изученных показателей видового состава указывает на постепенное изменение трофического статуса озера от олиготрофного к мезотрофному типу (*д.б.н. О. П. Стерлигова, д.б.н. Н. В. Ильмаст*).

Показано, что поддержанию природных очагов клещевого энцефалита способствует интенсивная антропогенная трансформация лесных фитоценозов (рубка леса и лесовозобновление). Восстановление численности популяции иксодовых клещей происходит к десятому году после вырубki, а наибольшая численность отмечена на вырубках возрастом 15–20 лет. Площадь этих биотопов (местообитаний) в регионе может выступать важным фактором, определяющим уровень и динамику численности *Ixodes persulcatus*. Основываясь на морфологических различиях *I. persulcatus*, *I. ricinus* и их гибридов, показано, что в зонах симпатрии наблюдается высокая частота встречаемости межвидовых гибридов. Отсутствие морфологического барьера для реципрокного спаривания и стерильность первого гибридного поколения могут выступать одним из факторов, лимитирующим численность клещей в районах совместного обитания (*к.б.н. С. В. Бугмырин, к.б.н. Л. А. Беспятова, соисполнитель ФГБНУ «Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М. П. Чумакова»*).

Получены данные о совместном действии температуры среды обитания и степени инвазирования глохидиями обыкновенной жемчужницы (краснокнижного вида моллюсков), характеризующейся сложным жизненным циклом, на липидный состав жабр молоди лосося из рек Северной и Южной Карелии. При более низкой температуре и высоком инвазировании установ-

лено более высокое содержание холестерина и, как следствие, повышение значения холестерин/фосфолипиды – одного из механизмов, повышающих микровязкость биомембран клеток хозяина в ответ на воздействие факторов инвазии и тем самым замедляющих биохимические процессы. Результаты изучения состава, функции и динамики липидов у молоди рыб с разной степенью заражения глохидиями имеют существенное значение для понимания функциональной роли липидов в формировании биохимических механизмов адаптивных стратегий устойчивости отношений «паразит – хозяин» (чл.-к. Н. Н. Немова).

Установлено, что большинство физиолого-биохимических и молекулярно-генетических изменений, происходящих у холодостойких растений под влиянием низкой субповреждающей температуры, кадмия и их совместного действия, являются общими (неспецифическими) для этих видов воздействия. К ним, в частности, относятся: повышение холодоустойчивости, замедление роста и фотосинтеза, сохранение уровня каротиноидов, поддержание функциональной активности фотосистемы II, снижение интенсивности транспирации и устьичной проводимости, активация экспрессии ряда генов транскрипционных факторов и белков холодового ответа, усиление экспрессии генов антиоксидантных ферментов и увеличение их активности, активизация синтеза низкомолекулярных протекторов (глутатиона, фитохелатинов, пролина) (чл.-к. А.Ф. Титов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Мониторинговые исследования состояния популяций птиц и млекопитающих на Европейском Севере России показали продолжающиеся изменения границ ареалов ряда видов. В частности, установлено проникновение в южную Карелию на гнездование подвида желтоголовой трясогузки *Motacilla citreola werae*. Ранее считалось, что в европейской части ареала его распространение на север ограничено 58-й параллелью, а выше 60° с. ш. обитает номинативный подвида *M. c. citreola*. Отмечена встречаемость ряда видов животных за северной границей их ареалов: луговой лунь, косуля, кабан, европейский еж и др. Обнаружены новые, ранее не отмечавшиеся в Карелии виды летучих мышей – рыжая вечерница, двуцветный кожан, ночница Наттерера и нетопырь-карлик. Некоторые виды рукокрылых встречаются значительно севернее, чем считалось ранее, – вплоть до 66° с. ш. (д.б.н. П. И. Данилов).

Разработана новая ботанико-географическая классификация типов болотных массивов таежной зоны Европейского Севера России. Она включает 23 типа массивов, относящихся к трем классам. В каждом классе выделены группы типов по доминирующим синузиям растительного покрова и структуре биотопов в динамическом ряду «центр – крайка». В ряде типов выделены варианты по экологическим и фитоценотическим параметрам, приведено распространение типов в пределах региона. Впервые для территории РФ выявлен и изучен лапландский тип верховых грядово-мочажинных болот, описанный ранее в Северной Финляндии. Данная типология позволит более полно отразить разнообразие болотных экосистем на территориях разного ранга и решать вопросы их рационального использования и охраны (д.б.н. О. Л. Кузнецов).

Направление 53. Общая генетика

Выявлен повышенный уровень генетического разнообразия (RAPD-анализ) *Arabidopsis thaliana* L. острова Валаам по сравнению с другими самоопыляющимися видами растений. Показаны высокий уровень генетического сходства изученных групп растений (среднее $IN = 0,949$) и небольшая для инбредных видов межгрупповая изменчивость ($GST = 0,39$). Полученные результаты позволяют предположить, что вид *A. thaliana* представлен на острове Валаам единой подразделенной популяцией, в которой отдельные субпопуляции связаны между собой миграционными взаимодействиями. Такая популяционная структура противодействует инбридингу, присутствующему в природных популяциях ограниченной численности, и способствует сохранению генетического разнообразия, которое представляет собой уникальный природный материал и является основой адаптации и выживания популяций (к.б.н. О. Н. Лебедева).

Показано вовлечение высокого уровня оксида азота в плазме крови в патологический процесс при формировании эссенциальной артериальной гипертензии (ЭАГ). В повышении уровня нитритов и нитратов у больных ЭАГ важную роль играет индуцибельная синтаза оксида азота. Активность этого фермента, по всей видимости, регулируется как генетическими факторами, в частности наличием мутаций в разных областях гена, кодирующего индуцибельную синтазу оксида азота, так и развитием воспалительного процесса при сердечно-сосудистых заболеваниях (к.б.н. О. Н. Лебедева).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)

Оценен уровень аккумуляции или потери биофильных элементов в почвах наиболее развитых в сельскохозяйственном отношении районов Республики Карелия в период интенсивного вывоза земель из оборота (1990–2000 гг.). В этот период почвами было связано 222 тысячи тонн углерода и 12,3 тысячи тонн азота, в то же время потери фосфора составили 16,5 тысяч тонн. Используя расценки (по текущему курсу) на выброс углекислого газа, прибыль за 10 лет от связывания углерода составила 359 миллионов рублей. Оценен частный случай потерь от ускоренной минерализации торфа в осушенных торфяных почвах Корзинской низины РК за 41 год, которые составили 1,39 миллиарда рублей. Используемый подход указывает на необходимость учета экосистемных услуг при планировании хозяйственной деятельности (д.б.н. П. В. Красильников).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Показано, что в условиях круглосуточного освещения ежедневные непродолжительные (2 ч.) понижения температуры (ДРОП) до закаливающих значений (9–12 °С) препятствуют фотоповреждению листьев и стабилизируют работу фотосинтетического аппарата у чувствительных к круглосуточному освещению растений. Предполагается, что хлороз листьев, наблюдаемый в этих условиях у чувствительных растений (экотипов, генотипов), является проявлением супрессированной светочувствительности (чл.-к. А. Ф. Тимов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

На основе изучения эффектов взаимного воздействия нанодисперсного углерода и глобулярного белка в растворе на физико-химические свойства друг друга проведен анализ молекулярных взаимодействий белков с шунгитовыми углеродными наночастицами при образовании комплексов (ассоциатов) в водной дисперсии. Установлены три молекулярных механизма биологической активности шунгитового наноуглерода: 1) воздействие на связывание и транспорт жирных кислот белком; 2) пероксидазная активность; 3) воздействие на фазовое состояние систем с участием растворенных белков. Результат может быть использован для разработок в области биомедицинского применения наноуглерода (*к.ф.-м.н. А. С. Горюнов*).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Установлено значительное увеличение иммунной супрессии при остром панкреатите и колоректальном раке. Уровень циркулирующих регуляторных Т-клеток (с фенотипом CD4⁺CD25⁺CD127^{lo/-}) у больных был существенно выше, чем в контроле. У больных ревматоидным артритом таких различий не обнаружено. Вероятно, увеличение количества Т-лимфоцитов данного типа является одним из важнейших факторов индукции иммунной супрессии при колоректальном раке. Полученные результаты могут быть использованы при оценке иммунного статуса больных с дисфункциями различной природы (*д.б.н. Е. К. Олейник*).

Основные публикации

Эколого-биохимический статус молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. из некоторых рек бассейна Белого моря // Под общ. ред. Н. Н. Немовой. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 205 с.

Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Савосин Д. С. Круглоротые и рыбы пресных вод Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2016. 224 с.

Fokina N.N., Shklyarevich G.A., Ruokolainen T.R., Nemova N.N. Effect of low salinity on intertidal blue mussels, *Mytilus edulis* L., from the White Sea: lipids and their fatty acid composition as a biochemical marker P. 87–124.

Глава 4 в коллективной монографии «Aquatic Ecosystems: Influences, Interactions and Impact on the Environment». Nova Science Publishers, Inc. 2016. 133 p.

Коллективная монография «Миграции птиц Северо-Запада России. Неворобьиные» // Под ред. Г. А. Носкова, Т. А. Рымкевич, А. Р. Гагинской. СПб.: Изд-во АНО ЛА «Профессионал», 2016. 656 с. (*Артемов А. В., Лапшин Н. В.* 3 главы, 17 очерков).

Баранова А. И., Панченко Д. В., Холодова М. В., Турронен К. Ф., Данилов П. И. Генетическое разнообразие дикого северного оленя (*Rangifer tarandus* L.) восточной части Кольского полуострова: полиморфизм контрольного региона мтДНК // Известия РАН. Серия Биологическая. 2016. № 6. С. 1–7.

Жулай Г. А., Олейник Е. К., Романов А. А., Олейник В. М., Чуров А. В., Кравченко П. Н. Циркулирующие регуляторные Т-клетки и изменения в субпопуляционном составе лимфоцитов у больных колоректальным раком // Вопросы онкологии. 2016. Т. 62. № 1. С. 96–100.

Ивченко Т. Г., Знаменский С. Р. Экологическая структура растительных сообществ ключевых болот горно-таежного пояса Южного Урала // Экология. 2016. № 5. С. 346–352.

Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П. Результаты вселения новых видов рыб в озеро Мунозеро (южная Карелия) // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 3. С. 39–46.

Калинкина Д. С., Суцук А. А., Матвеева Е. М. Особенности сообществ почвенных нематод в условиях интродукции древесных растений // Ж. Экология. 2016. № 5. С. 360–367.

Комулайнен С. Ф., Лозовик П. А., Круглова А. Н., Барышев И. А., Галибина Н. А. Оценка экологического состояния рек Северного побережья Ладожского озера по химическим показателям и структуре гидробиоценозов // Водные ресурсы. 2016. Т. 43 (3). С. 277–286.

Корнева В. А., Курбатова И. В., Топчиева Л. В., Коломейчук С. Н., Кузнецова Т. Ю., Немова Н. Н. Влияние полиморфизма циркадного гена *CLOCK* на параметры артериальной жесткости и колебания артериального давления у лиц без артериальной гипертензии // Ж. Кардиология. 2016. № 8. С. 19–27. DOI: <http://dx.doi.org/10.18565/cardio.2016.8.19-27>.

Малышева И. Е., Топчиева Л. В., Барышева О. Ю., И. В. Курбатова, О. А. Васькова, Н. Н. Везикова, И. М. Марусенко, Н. Н. Немова. Содержание цитокинов и уровень экспрессии генов каспаз при ревматоидном артрите // ДАН. Серия биологические науки. 2016. Т. 468. № 6. С. 707–709. DOI:10.7868/s0869565216180262.

Немова Н. Н., Мецеракова О. В., Чурова М. В., Мурзина С. А. Особенности энергетического метаболизма беломорской сельди *Clupea pallasii marisalbi berg* (*Clupeiformes*, *Clupeidae*) Онежского, Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря // Доклады академии наук. 2016. Т. 469. № 1. С. 173–177.

Распутина Е. Н., Шустов Ю. А., Тыркин И. А. Икра горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* как дополнительный нетрадиционный объект питания молоди Атлантического лосося *Salmo salar* в реках Кольского полуострова // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 2. С. 134–138.

Bugmyrin S. V., Belova O. A., Bespyatova L. A., Ieshko E. P., Karganova G. G. Morphological features of *Ixodes persulcatus* and *I. ricinus* hybrids: nymphs and adults // Experimental and Applied Acarology. 2016. V. 69. № 3. P. 359–369. DOI: 10.1007/s10493-016-0036.

Krasilnikov, P., Makarov, O., Alyabina, I., and Nachtergaele, F. Assessing soil degradation in Northern Eurasia // Geoderma Regional. 2016. V.7. № 1. P. 1–10.

Kuosmanen N., Seppä H., Reitalu T., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Kuznetsov O., Zaretskaya N. Long-term forest composition and drivers in taiga forest in NW Russia // Vegetation History and Archaeobotany. 2016. V. 25. № 3. P. 221–236.

Kuosmanen N., Seppä H., Alenius T., Bradshaw R. H. W., Clear J. L., Filimonova L., Heikkilä M., Renssen H., Tallavaara M., Reitalu T. Importance of climate, forest fires and human population size in the Holocene boreal forest composition change in Northern Europe // Boreas. 2016. V. 45. № 4. P. 688–702. DOI: 10.1111/bor.12183.

Lyubartsev A. P., Rabinovich A. L. Force Field Development for Lipid Membranes Simulations // *Biochim. Biophys. Acta - Biomembranes*. 2016. V. 1858. № 10. P. 2483–2497.

Murzina S. A., Nefedova Z. A., Pekkoeva S. N., Veselov A. E., Nemova N. N. Age-specific lipid and fatty acid profile of Atlantic salmon juveniles in the Arctic River // *Int. J. Mol. Sci*. 2016. V. 17. № 7. doi: 10.3390/ijms17071050.

Nahrgang J., Storhaug E., Murzina S. A., Delmas O., Nemova N. N., Berge J. Aspects of reproductive biology of wild-caught polar cod (*Boreogadus saida*) from Svalbard waters // *Polar Biology*. 2016. V. 39 № 6, P. 1155–1164.

Novikova P., Hohmann N., Nizhynska V., Tsuchimatsu T., Ali J., Muir G., Guggisberg A., Paape T., Schmid K., Fedorenko O., Holm S., Säll T., Schlötterer C., Marhold K., Widmer A., Sese J., Shimizu K., Weigel D., Krämer U., Koch M., Nordborg M. Sequencing of the genus *Arabidopsis* reveals a complex history of non-bifurcating speciation and abundant trans-specific polymorphism // *Nature Genetics*. 2016. N 7. DOI: 10.1038/ng.3617.

Sokolov S., Gordeev I., Lebedeva D. Redescription of *Proctophantastes gillissi* (Overstreet et Pritchard, 1977) (Trematoda: Zoogonidae) with discussion on the systematic position of the genus *Proctophantastes* Odhner, 1911 // *Acta Parasitologica*. 2016. V. 61. № 3. P. 529–536.

Vaugoyeau M., Adriaensen F., Artemyev A., et al. Interspecific variation in the relationship between clutch size, laying date and intensity of urbanization in four species of hole-nesting birds // *Ecology and Evolution*. 2016. V. 6. № 16. P. 5907–5920. doi:10.1002/ece3.2335.

Venzhik Y., Talanova V., Titov A. The effect of abscisic acid on cold tolerance and chloroplasts ultrastructure in wheat under optimal and cold stress conditions // *Acta Physiol. Plant*. 2016. V. 38. № 3. P. 1–10.

Опубликовано: 5 монографий, 4 главы в 2 коллективных монографиях, из них 3 на русском языке, 1 на английском языке; 3 учебно-методических пособия; 261 статья, в том числе 33 в зарубежных изданиях.

ИНСТИТУТ ЛЕСА КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Директор – доктор биологических наук А. М. Крышень

Направление 51. Экология организмов и сообществ

На основе анализа многолетних стационарных наблюдений установлено, что фактическая продуктивность еловых насаждений (230–310 м³/га), сформировавшихся из сохраненного подроста и тонкомера, превышает показатели стандартных таблиц хода роста на 40–50%. Оценено влияние исходной встречаемости подроста и его последующего накопления на запас формирующихся ельников. Выявлены основные типы распределений деревьев по диаметру и определена товарная структура древостоев. Показано, что в условиях II–III класса бонитета наступление возраста количественной спелости в ельниках из подроста происходит через 50 лет после сплошной рубки материнского древостоя (*к.с.-х.н. С. М. Синькевич, к.с.-х.н. В. А. Ананьев*).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Сделаны обзоры двух родов наездников-ортоцентрин фауны Южной Кореи (с описанием четырех новых видов) и фауны наездников подсемейства *Mesochorinae* таежной зоны европейской части России. Проведена ревизия группы редких видов рода *Leia* (*Diptera*, *Mycetophilidae* – грибные комары). Один из видов, известных ранее только по голотипу из Северной Америки (Аляска, 1928 г.) впервые зарегистрирован в Палеарктике (в Финляндии и на Дальнем Востоке России). Описаны новые для науки виды (к.б.н. А. Э. Хумала, к.б.н. А. В. Полевой).

Направление 53. Общая генетика

Впервые с помощью микросателлитного анализа дана оценка уровня генетического разнообразия популяций сосны обыкновенной на территории Восточной Финноскандии, описана их генетическая структура. Популяции сосны обыкновенной на территории Восточной Финноскандии показали довольно высокий уровень генетического разнообразия. В то же время между исследованными популяциями сосны лапландской (*Pinus sylvestris* ssp. *lapponica*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) не выявлено значимых различий в генетической структуре и в уровне генетического разнообразия, что свидетельствует об отсутствии оснований для выделения *P.s.* ssp. *lapponica* в самостоятельный подвид (к.б.н. А. А. Ильинов).

Предложена эколого-генетическая гипотеза происхождения карельской березы, ареал которой ограничивается территорией северо-запада континентальной Европы. Как самостоятельная форма карельская береза предположительно выделилась в Малый ледниковый период. Адаптивный характер произошедших анатомо-морфологических изменений (например, увеличение объема сердцевинных лучей и древесной паренхимы) предопределил возможность депонирования вторичных метаболитов в тканях ствола и их более рационального использования в новых условиях (д.б.н. Л. В. Ветчинникова, чл.-к. А. Ф. Тутов [ИБ КарНЦ РАН]).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Впервые выявлены основные почвообразовательные процессы (метаморфизм органического вещества, переорганизация почвенной массы, метаморфизм минерального вещества, оглеение почвенной массы и др.), протекающие в автоморфных, полугидроморфных и гидроморфных почвах Восточной Финноскандии; установлены их характер и направленность. Созданы тематические карты распространения почвообразовательных процессов, определяющих формирование и трансформацию почв региона (чл.-к. О. Н. Бахмет).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Выявлены молекулярно-генетические закономерности двух различных сценариев ксилогенеза, связанных с формированием в древесине элементов, выполняющих водопроводящую и механическую функции или функцию за-

пасания. На примере карельской березы, у которой в стволе одновременно реализуются оба сценария, показано, что преобладающая дифференцировка сосудов и волокон происходит на фоне высокой активности сахарозосинтазы (СС) под контролем гена *SUS1* и сопровождается активным синтезом структурных компонентов клеточных стенок (целлюлозы). Формирование древесины, для которой характерны крупные включения клеток запасочной паренхимы, идет на фоне низкой активности СС в связи со снижением экспрессии кодирующих ее генов *SUS1* и *SUS2* и сопровождается уменьшением содержания целлюлозы. Результат имеет значение для разработки технологий целевого выращивания древесины (к.б.н. Н. А. Галибина, Ю. Л. Мощенская, д.б.н. Л. Л. Новицкая).

Направление 62. Биотехнология

Впервые выявлена различная реакция аминокислот в хвое *Pinus sylvestris* L. на подкормку азотом при различных уровнях обеспеченности бором. Накопление аргинина, орнитина, лизина, гистидина после внесения азота обнаружено в вариантах с борным питанием. В то время как содержание ОН-лизина, глутамата, аланина, аспартата, серина, тирозина, пролина, метионина и валина с внесением азота увеличивалось на фоне дефицита бора. Результат важен для разработки технологии обогащения хвои аминокислотами в целях получения препаратов нутриентного и фармакологического назначения (д.б.н. Н. П. Чернобровкина, Е. В. Робонен).

Основные публикации

Ананьев В. А., Мошиков С. А. Структура и динамика лесного фонда Республики Карелия // Известия вузов. 2016. Лесной журнал. № 4 (352). С. 19–29.

Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Происхождение карельской березы: эколого-генетическая гипотеза // Экологическая генетика. 2016. Т. 14, № 2. С. 3–18.

Галибина Н. А., Мошкина Е. В., Никерова К. М., Мощенская Ю. Л., Знаменский С. Р. Активность пероксидазы как индикатор степени узорчатости древесины карельской березы // Лесоведение. 2016. № 4. С. 294–304.

Галибина Н. А., Новицкая Л. Л., Никерова К. М. Избыток экзогенных нитратов подавляет формирование аномальной древесины у карельской березы // Онтогенез. 2016. Т. 47, № 2. С. 83–91.

Геникова Н. В., Торопова Е. В., Крышень А. М. Реакция видов напочвенного покрова ельника черничного на рубку древостоя // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 4. С. 92–99.

Громцев А. Н., Карпин В. А., Петров Н. В., Туюнен А. В. Леса биогеографических коридоров между Фенноскандинавским щитом и Русской равниной: природные особенности, современное состояние и экологическое значение // Сибирский лесной журнал. 2016. № 6. С. 26–37.

Громцев А. Н., Петров Н. В. Наиболее уязвимые леса северо-запада таежной зоны России: ландшафтные особенности, современное состояние, сохранение // Труды СПбНИИЛХ. 2016. № 2. С. 4–16.

Ильинов А. А., Раевский Б. В. Состояние генофонда сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в Карелии // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 45–54.

Крышень А. М., Гнатюк Е. П., Геникова Н. В., Рыжкова Н. И. Сравнительный анализ эколого-ценотических групп в структуре парциальных флор антропогенно фрагментированной территории // Ботанический журнал. 2016. Т. 101, № 5. С. 489–516.

Литинский П. Ю. Геоинформационная модель наземных экосистем Прибеломорской низменности // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 3. С. 3–9.

Матюшкин В. А., Мошников С. А. Влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий на формирование и продуктивность осушаемого сосняка травяно-сфагнового // Труды СПбНИИЛХ. 2016. № 3. С. 39–49.

Медведева М. В., Титова Т. С., Федорец Н. Г., Пеккоев А. Н. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на свойства почв и прирост соснового древостоя // Экология и промышленность России. 2016. Т. 20, № 1. С. 48–54.

Моценская Ю. Л., Галибина Н. А., Никерова К. М., Новицкая Л. Л. Активность ферментов диссимиляции сахарозы в раннем онтогенезе разных форм березы повислой // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 11. С. 78–87.

Пеккоев А. Н. Качество древесины культур ели при ускоренном лесовыращивании // Известия вузов. Лесной журнал. 2016. № 1 (349). С. 89–99.

Пеккоев А. Н., Харитонов В. А. Качество древесины плантационных культур ели в условиях средней тайги Карелии // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. Т. 20, № 4. С. 29–33.

Раевский Б. В., Щурова М. Л. Методика селекционно-генетической оценки клонов сосны обыкновенной на лесосеменных плантациях // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 91–98.

Соколов А. И. Повышение ресурсного потенциала таежных лесов лесокультурным методом. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 178 с.

Соколов А. И., Пеккоев А. Н., Харитонов В. А. Влияние многолетнего применения минеральных удобрений на рост сосны в толщину в посевах на паловых вырубках с песчаными почвами. I. Последствие 30-летнего ежегодного применения калийных удобрений на рост сосны в толщину и качество древесины // Известия вузов. Лесной журнал. 2016. № 6 (354). С. 42–55.

Федорец Н. Г., Бахмет О. Н. Динамика почв и почвенного покрова Карело-Кольского региона под влиянием природных факторов // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 12. С. 39–51.

Чернобровкина Н. П., Чернышенко О. В., Егорова А. В., Зайцева М. И., Робонен Е. В. Современные технологии выращивания посадочного материала хвойных пород и пути их совершенствования // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2016. Т. 20, № 6. С. 6–14.

Шуляковская Т. А., Николаева Н. Н., Ильинова М. К. Влияние удобрений на жирнокислотный состав листьев и формирование ассимиляционного аппарата *Betula pendula* (*Betulaceae*) // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52, № 4. С. 620–631.

Chernobrovkina N. P., Robonen E. V., Unzhakov A. R., Tyutyunnik N. N. Arginine in the life of coniferous plants // Contemporary Problems of Ecology. 2016. Т. 9, № 5. Р. 600–607.

Humala A. E., Choi J.-K., Lee J.-W. A review of the genera *Gnathochorisis* Förster and *Symplecis* Förster of South Korea, with notes on Korean orthocentrines (*Hymenoptera, Ichneumonidae, Orthocentrinae*) // *ZooKeys*. 2016. Vol. 562. P. 85–104.

Novitskaya L., Nikolaeva N., Galibina N., Tarelkina T., Semenova L. The greatest density of parenchyma inclusions in Karelian birch wood occurs at confluences of phloem flows // *Silva Fennica*. 2016. Vol. 50, No 3. P. 1461–1478.

Novitskaya L. L., Nikolaeva N. N., Tarelkina T. Endogenous variability of the figured wood of Karelian birch as related to the level of sucrose in trunk tissues // *Wulfenia*. 2016. Vol. 23. P. 175–188.

Polevoi A., Salmela J. New data on poorly known species of the genus *Leia* Meigen (Diptera, Mycetophilidae) from the Palaearctic region // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4103, No 5. P. 487–500.

Shorohova E., Kapitsa E. The decomposition rate of non-stem components of coarse woody debris (CWD) in European boreal forests mainly depends on site moisture and tree species // *European Journal of Forest Research*. 2016. Vol. 135, Is. 3. P. 593–606.

Shorohova E., Kapitsa E., Kazartsev I., Romashkin I., Polevoi A., Kushnevska-ya N. Tree species traits are the predominant control on the decomposition rate of tree log bark in a mesic old-growth boreal forest // *Forest Ecology and Management*. 2016. Vol. 377, 1 October 2016. P. 36–45.

Опубликовано: всего 120 статей, из них 61 на русском языке.

Создана база данных «Планктонные пелагические альгоценозы арктических морей в условиях полярной ночи и сезонного ледяного покрова» (к.г.н. Д. В. Мусеев, д.б.н. П. Р. Макаревич, Г. Н. Духно).

Впервые определен жирнокислотный состав гемолимфы камчатского краба Баренцева моря. Из 43 обнаруженных жирных кислот наиболее часто встречались пальмитиновая, олеиновая, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая. Половая принадлежность и физиологические показатели крабов не влияли на концентрацию жирных кислот в гемолимфе (к.б.н. А. Г. Дворецкий).

Впервые установлено, что район, охватывающий восточную часть Печорского моря и юго-западную часть Карского моря, представляет собой область взаимопроникновения северо-атлантической и сибирской фаун гелиминтов, окончательными хозяевами которых служат морские птицы (к.б.н. В. В. Куклин).

Впервые определены гематологические (лейкоцитарные) индексы оценки адаптивных состояний у беломорского морского зайца (д.б.н. Н. Н. Кавцевич, к.б.н. Т. В. Минзюк).

Впервые за весь период орнитологических исследований получены документальные материалы о локализации на акватории Баренцева моря районов зимовки мурманской популяции тонкоклювых кайр (*Uria aalge*) с наивысшей концентрацией зимующих птиц (д.б.н. Ю. В. Краснов, А. В. Ежов).

Разработана геобаза данных (ГБД), содержащая материалы экспедиционных исследований побережья Кольского залива – фотоснимки побере-

жья с геотегами. ГБД ранее послужила основой для определения индекса экологической чувствительности (ESI) берегов залива к разливам нефти и построения соответствующих карт. ГБД позиционируется как инструмент для принятия решений при аварийных разливах нефти. Она позволяет на каждом отдельном участке побережья оценить потенциальные сложности очистки его от нефти, сформировать представление о его структуре, возможностях развертывания сил и средств, особенностях логистики и других аспектах местности в районе разлива (П. С. Ващенко, д.г.н. А. А. Шавыкин).

Установлены и подтверждены районы зимовок обыкновенной гаги и гаги-гребенушки в восточной части Баренцева и западной части Карского морей, отмечены пролетные пути и сроки осенней и весенней миграции уток в Печорском море (д.б.н. Ю. В. Краснов).

Период пребывания серого гуся *Anser anser* на Западном Маныче в течение последних 10 лет увеличился в связи с более ранним началом весенней и более поздним началом осенней миграций. Теплые зимы благоприятствуют формированию зимних скоплений этого вида в районе Веселовского водохранилища, а регулярные продолжительные оттепели стали причиной реверсивных миграций серых гусей на водоемах Предкавказья (д.б.н. Н. В. Лебедева).

Впервые проведено сравнительное исследование липидных экстрактов из высушенных слоевищ фукусковых водорослей *Fucus vesiculosus* и *Ascophyllum nodosum*. Показано, что липидные экстракты из *F. vesiculosus* Баренцева моря и *A. nodosum* Белого и Баренцева морей практически идентичны по качественному и количественному содержанию фосфолипидов, основных групп нейтральных липидов, жирных кислот и пигментов. Экстракты из *F. vesiculosus* Белого моря и Балтийского моря по данному набору характеристик имеют наибольшие различия (к.фарм.н. Е. Д. Облучинская).

Впервые установлено (на примере разреза «Кольский меридиан» Баренцева моря), что многолетнее варьирование температуры воды не приводит к смене сообществ донных беспозвоночных, но вызывает перестройку их внутренней структуры (к.б.н. Л. В. Павлова).

В юго-западной части Баренцева моря выявлены районы концентрации моевок мурманской популяции во второй половине зимнего периода, имеющего важное значение для откорма птиц перед началом размножения (д.б.н. Ю. В. Краснов).

Впервые создана экспериментальная установка и разработана методика по изучению влияния электромагнитных полей (ЭМП) на поведение морских млекопитающих (ММ). На их основе определены критерии оценки изменений в поведении ММ в ответ на воздействие электромагнитных полей с экстремально низкими частотными характеристиками. Впервые изучено влияние низкочастотных ЭМП на поведение серого тюленя (к.б.н. А. Л. Михайлюк, А. П. Яковлев, В. Ф. Григорьев).

Установлено, что в водоемах и водотоках севера Кольского полуострова распределение моллюсков рода *Hiberneuglesa* лимитируется высотой над уровнем моря (не выше 250 м), содержанием в воде CO_2 (не более 15 мг/л) и рН воды (не менее 4,6) (к.б.н. А. А. Фролов).

Анализ качественных и количественных показателей микропланктона на стандартном разрезе «Кольский меридиан» выявил инвариантность парамет-

ров таксономического состава и пространственного распределения планктонной биоты в полярную ночь (к.б.н. А. А. Олейник).

Ветровые условия могут нивелировать влияние потепления климата на сроки прилета воробьиных птиц на Шпицберген. В отдельные «теплые» весны миграция может быть задержана из-за неблагоприятных погодных условий на путях миграции (д.б.н. Н. В. Лебедева).

Создана и апробирована биотехническая система с использованием датчиков спутниковой телеметрии (ДСТ). Отработана методика установки датчиков на нерпах в Белом и Карском морях (к.б.н. В. Н. Светочев, к.б.н. О. Н. Светочева).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые описаны таксономическая структура и пространственное распределение ихтиопланктона в море Лаптевых и значительно дополнены сведения для Восточно-Сибирского моря (к.б.н. О. В. Карамушко).

В результате мониторинга разнообразия беспозвоночных в прибрежье архипелага Шпицберген получены новые данные, подтверждающие потепление климата в Арктике. Отмечено продвижение бореальных видов на север (с 2000 г.) (Н. Н. Пантелеева).

На литорали Кольского залива выявлено обитание порядка 110 преимущественно морских эвригалинных видов беспозвоночных, принадлежащих к 10 типам, что обусловлено большой протяженностью литоральной зоны, разнообразием грунтов и градиентом гидрологических условий; снижение (в 2–3 раза) видового разнообразия происходит в загрязненных районах портовых зон и на сильно опресняемых участках (к.б.н. Л. В. Павлова).

Верифицирован список видов макроводорослей Восточного Мурман. На данный момент альгофлора района насчитывает 156 видов, из них 28 видов зеленых, 60 бурых и 68 красных (к.б.н. С. В. Малавенда).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Определен состав эпифитных бактериоценозов *Fucus vesiculosus* Баренцева моря. Идентифицированы бактерии, относящиеся к 82 родам, 16 классам и 11 типам. Установлено, что состав бактериоценозов зависит от наличия и концентрации углеводов в окружающей среде (Д. В. Пуговкин).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Радиоэкологические исследования морской среды прибрежной зоны архипелага Шпицберген в зонах ледовой аккумуляции атмосферных выпадений показали, что осадки фиордов обогащены радиоизотопами ^{134}Cs и ^{137}Cs за счет твердого стока ледников, содержащего радиоактивные продукты аварии на АЭС «Фукусима-1» (к.г.н. Г. В. Ильин, к.х.н. Н. Е. Касаткина, к.г.н. И. С. Усягина).

Направление 62. Биотехнология

Впервые показано, что ферментативная обработка при экстрагировании водорослей рода *Fucus* позволяет получить новый биопрепарат, обладаю-

щий высокой антирадикальной активностью, превышающей аналоги более чем в 500 раз. На способ получения нового биопрепарата подана заявка на изобретение (к.фарм.н. Е. Д. Облучинская).

Основные научные публикации

Горяев Ю. И., Краснов Ю. В., Карнатов А. Н., Горяева А. А., Шавыкин А. А. Орнитофауна Кольского залива Баренцева моря как объект потенциального нефтяного загрязнения. Часть 2. Численность и сезонное распределение водных птиц // Инженерные изыскания. 2016. № 8. С. 36–42.

Дворецкий А. Г., Дворецкий В. Г. Исследование сообщества обрастателей камчатского краба в губе Дальнезеленецкая в 2011 году // Рыбное хозяйство. 2016. № 2. С. 57–59.

Дворецкий В. Г., Дворецкий А. Г. Географические закономерности распределения интегральных показателей зоопланктона в Баренцевом море в летний период // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 3. С. 40–46.

Ерохина И. А. Сорбционная способность эритроцитов морских млекопитающих // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2016. № 1 (29). С. 3–8.

Карамушко Л. И. Биоэнергетика морских пойкилотермных животных Арктики // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471, № 4. С. 499–502.

Копылов А. И., Сажин А. Ф., Заботкина Е. А., Романенко А. В., Романова Н. Д., Макаревич П. Р., Венгер М. П. Вирусы, бактерии и гетеротрофные нанофлагелляты в планктоне моря Лаптевых // Океанология. 2016. Т. 56, № 6. С. 869–878.

Краснов Ю. В., Горяев Ю. И., Карнатов А. Н., Горяева А. А., Шавыкин А. А. Орнитофауна Кольского залива Баренцева моря как объект потенциального нефтяного загрязнения Часть 3. Численность и сезонное распределение околородных птиц // Инженерные изыскания. 2016. № 9. С. 28–34.

Куклин В. В., Куклина М. М., Усягина И. С., Матишов Д. Г. Особенности физиолого-биохимического ответа рыбоядных птиц на паразитарное заражение и загрязнение местообитаний в Восточном Приазовье // Наука Юга России (Вестник Южного научного центра). 2016. Т. 12, № 1. С. 51–60.

Куклина М. М., Куклин В. В. Паразитирование *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae) в кишечнике серебристой чайки *Larus argentatus*: особенности локализации и трофические аспекты // Известия РАН. Серия биологическая. 2016. № 4. С. 389–395.

Куклина М. М., Куклин В. В. Активность пищеварительных ферментов как определяющий фактор в распределении *Tetrabothrius erostris* (Loennberg) (Cestoda: Tetrabothriidae) в кишечнике серебристой чайки *Larus argentatus* Pontoppidan // Биология внутренних вод. 2016. № 2. С. 82–88.

Куклина М. М., Куклин В. В. Гематология и биохимия крови серебристой чайки *Larus argentatus* при инвазии цестодами *Diphyllobothrium dendriticum* (Cestoda: Diphyllobothriidae) // Паразитология. 2016. Т. 50, № 5. С. 365–375.

Набоженко М. В., Лебедева Н. В., Набоженко С. В., Лебедев В. Д. Таксоцен чернтелок-лихенофагов (Coleoptera, Tenebrionidae: Helopini) в экотоне «лес-степь» // Энтомологическое обозрение. 2016. Т. 95, № 1. С. 137–152.

Облучинская Е. Д., Иванова С. А., Пожарицкая О. Н., Шиков А. Н. Сравнительное исследование липидных экстрактов водорослей // Фармация. 2016. Т. 65, № 2. С. 29–32.

Павлова М. А., Макаревич П. Р., Широколобова Т. И. Сообщества бактерий и вирусов в водах Обской и Тазовской губ // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471, № 4. С. 503–507.

Палатов Д. М., Чернопруд М. В., Фролов А. А. Фауна и типы сообществ макрозообентоса мягких грунтов водотоков горных районов Восточного Причерноморья // Биология внутренних вод. 2016. № 2. С. 45–55.

Пуговкин Д. В., Ляймер А. В., Йенсен Дж. Б. Эпифитные бактериальные сообщества водорослей *Fucus vesiculosus* в разных по степени загрязнения нефтепродуктами акваториях Баренцева моря // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471, № 3. С. 371–373.

Рыжик И. В. Метаболическая активность клеток *Fucus vesiculosus* Linnaeus, 1753 (Phaeophyta: Fucales) Баренцева моря в различные периоды его сезонного развития // Биология моря. 2016. № 5. С. 393–396.

Фролова Е. А., Семин В. Л. Полихеты (Polychaeta) Карского и Печорского морей по данным траловой съемки 2012 года // Доклады Академии наук. 2016. Т. 469, № 3. С. 379–382.

Шавыкин А. А., Краснов Ю. В., Горяев Ю. И., Калинин О. П., Карнатов А. Н., Горяева А. А. Орнитофауна Кольского залива Баренцева моря как объект потенциального нефтяного загрязнения. Часть 1. Потенциальное воздействие нефти на разные группы птиц // Инженерные изыскания. 2016. № 7. С. 24–29.

Широколобова Т. И., Жичкин А. П., Венгер М. П., Водопьянова В. В., Моисеев Д. В. Бактерии и вирусы свободной ото льда акватории Баренцева моря в период наступления полярной ночи // Доклады Академии наук. 2016. Т. 469, № 3. С. 383–387.

Christiansen J. S., Bonsdorff E., Byrkjedal I., Fevolden S.-E., Karamushko O.V., Lynghammar A., Mecklenburg C. W., Møller Peter D. R., Nielsen J., Nordström M. C., Præbel K., Wienerroither R. M. Novel biodiversity baselines outpace models of fish distribution in Arctic waters // The Science of Nature. 2016. Vol. 103, Issue 1–2. P. 103–108. Published online 13 January 2016. DOI: 10.1007/s00114-016-1332-9

Dvoretzky A. G., Dvoretzky V. G. Inter-annual dynamics of the Barents Sea red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) stock indices in relation to environmental factors // Polar Science. 2016. Vol. 10, № 4. P. 541–552.

Korshunova T., Sanamyan N., Zimina O., Fletcher K., Martynov A. Two new species and a remarkable record of the genus *Dendronotus* from the North Pacific and Arctic oceans (Nudibranchia) // ZooKeys. K 2016. Vol. 630. P. 19–42.

Matishov G. G., Dzhenyuk S. L., Moiseev D. V., Zhichkin A. P. Trends in hydrological and ice condition in the Large Marine Ecosystems of the Russian Arctic during periods of climate change // Environmental Development. – 2016. – Vol. 17, suppl. 1. P. 33–45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.10.001>

Nekhaev I. O. A new species of endoparasitic mollusc from the Arctic (Gastropoda: Eulimidae) // Journal of Conchology. 2016. Vol. 42, N 3: P. 73–78.

Nekhaev I. O. Newly arrived or previously overlooked: is there evidence for climate-driven changes in the distribution of molluscs in the Barents Sea? // Biodiversity and Conservation. 2016. Vol. 25, N 5. P. 807–825. DOI 10.1007/s10531-016-1104-z

Svetochev V. N., Kavtsevich N. N., Svetocheva O. N. Satellite tagging and seasonal distribution of harp seal (juveniles) of the White Sea-Barents Sea stock // Czech Polar Reports. 2016. Vol. 6, N 1. P. 31–42.

Опубликовано: всего 203 статьи, из них 65 на русском языке в российских журналах и 10 на иностранных языках в зарубежных журналах, 23 в сборниках статей, 105 статей в сборниках материалов российских конференций, одна книга, 1 атлас и 1 учебное пособие.

ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ им. Н. А. АВРОРИНА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Директор – член-корреспондент РАН В. К. Жиров

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Установлено, что на Кольском Севере урожайность многолетних трав и содержание белка в их фитомассе прямо коррелируют с колебаниями активности Солнца. На вариации данных показателей наиболее заметно влияют высокочастотные компоненты спектра солнечной активности с цикличностью от 2 до 6 лет. Внутри указанного временного диапазона выделяется квазидвухлетний цикл продолжительностью 2,0–2,3 года (*д.б.н. В. И. Костюк*).

В результате комплексного анализа проективного теста личностных отношений, социальных эмоций и ценностных ориентаций за период апробации программы «Экологическая терапия для детей в возрасте 6–7 лет с логоневрозом» в 2014–2016 гг. выявлено: 1) отсутствие амбивалентностей и снижение количества инверсий различных эмоциональных категорий (50–60%); 2) повышение предпочтения позитивных эмоциональных категорий и снижение предпочтения негативных (8–15%); 3) увеличение степени приемлемости для интеллектуальных, эстетических и учебных видов деятельности (23–48%); 4) повышение уровня эмоциональности (3–8%) (*И. В. Калашикова*).

Установлено, что комплексное воздействие радионуклидов и химических элементов приводило к физиологическим изменениям в ассимиляционном аппарате березы. Повышение оводненности листьев являлось откликом на действие ^{40}K , S и Co; снижение содержания пигментов пластид – на влияние ^{40}K ; изменение отношения между хлорофиллами a и b – на ^{40}K , S и Mn. Показана радиопротекторная роль каротиноидов (*к.б.н. А. Н. Кизеев, чл.-к. В. К. Жиров*).

Выявлены уровни накопления никеля в листьях древесных интродуцентов, используемых в промышленных городах Мурманской области, при которых наблюдается угнетение роста ассимилирующих органов – ли-

стенницы (15–70); сирени венгерской (40–70); шиповника (до 20 и свыше 50); спирей (незначительное при 15–40, существенное – свыше 90), мг/кг (чл.-к. В. К. Жиров, к.б.н. О. Б. Гонтарь, к.б.н. Н. В. Салтан, Е. П. Шлапак, Е. А. Святковская, Н. Н. Тростенюк).

Направление 52. Биологическое разнообразие

В модельных популяциях из семейств (*Orchidaceae*, *Juncaginaceae*) выявлены специфический состав и частота встречаемости видов-соседей в пределах фитогенных полей особей на полидоминантных минеротрофных, насыщенных основаниями травяных болотах (д.б.н. И. В. Блинова, Н. Р. Кириллова).

Сообщества горных и зональных тундр, а также части северной тайги и лесотундры относятся к 17 классам, 23 порядкам, 39 союзам. Из 39 союзов 12 приурочены в основном к тундровой зоне и горно-тундровому поясу, 27 – и к тундровой, и к бореальной зоне. 17 союзов имеют северо-европейское или северо-европейско-восточно-американское распространение (к.б.н. Н. Е. Королева, к.б.н. Е. А. Боровичев, к.б.н. Л. А. Конорева, к.б.н. Т. П. Другова, Е. И. Копейна).

При обследовании локальных флор мхов, печеночников и лишайников Шпицбергена в районе Киннвики (о. Северо-Восточная Земля) выявлено 99 видов мхов, на о. Принца Карла – 35 печеночников; обнаружены новые местонахождения 29 редких и очень редких на архипелаге видов. Списки лишайников Дуверфьорда и о. Принца Карла дополнены 18 и 22 видами. В локальных флорах Кольской Субарктики найдено 8 новых для Мурманской области видов (к.б.н. О. А. Белкина, к.б.н. Л. А. Конорева, д.б.н. Н. А. Константинова, к.б.н. Е. А. Боровичев, А. Ю. Лихачев, А. Н. Савченко, О. А. Лелес).

В результате обследования городов Мурманской области составлены аннотированные списки сосудистых растений и мхов, насчитывающие 600 и 226 видов, соответственно. Аборигенный компонент преобладает над адвентивным для урбанофлор как мхов, так и сосудистых растений. Основу городских флор формируют эвритопные виды. Впервые вне условий культуры в городе Апатиты собран заносный вид *Vinca minor* L. Отмечены новые местонахождения редких в области мхов из рода *Schistidium*. 6 мхов и 27 сосудистых растений включены в Красную книгу Мурманской области (2014) (к.б.н. Т. П. Другова, В. А. Костина).

В результате обработки литературных данных и гербарных материалов из Мурманской области выявлен новый для России вид – *Trapelia geochroa*, обнаружены 9 новых для области видов (к.б.н. А. В. Мелехин).

У интродуцированных образцов *Crataegus* L. фенологическое развитие и реакции на климатические факторы обусловлены происхождением исходного материала и возрастом растений. Короткий префлоральный период способствует ранним срокам цветения, раннему созреванию плодов. Наиболее высокий показатель плодоцветения отмечен у *C. taximoviczii*, *C. dahirica*. Стратификация семян косточковых растений семейства *Rosaceae* при температуре 4–6 С⁰ не оказывает положительного влияния на всхожесть семян (к.б.н. Е. Ю. Полоскова, к.б.н. О. А. Гончарова, к.б.н. С. А. Салтыкова, О. Е. Зотова, Л. И. Ложевская, Л. А. Кузьменок).

Идентифицирован видовой состав вредителей и возбудителей болезней растений семейства *Rosaceae* Juss. (д.б.н. Н. С. Рак, к.б.н. С. В. Литвинова, Л. В. Карионова, В. Н. Шумилова).

По результатам обработки родов *Mannia* и *Clevea* в России составлены ключи для определения видов, морфологические описания и рисунки. Выявлено, что *Mannia levigata* представляет собой обособленный вид, близкий к *M. androgyna* и *M. californica*. Считаемый космополитным вид *Targionia hypophylla* включает пять географических популяций, отличающиеся по характеру скульптуры спор (к.б.н. Е. А. Боровичев, к.б.н. А. В. Вильнет, к.б.н. Ю. С. Мамонтов).

В результате изучения около 200 образцов выявлены два новых для Шпицбергена таксона (*Neoorthocaulis hyperboreus* (R. M. Schust.) L. Söderstr. и *Preissia quadrata* subsp. *hyperborea* R. M. Schust.). Подтверждено наличие *Saccobasis polymorpha* (R. M. Schust.) Schljakov и *Scapania ligulifolia* (R. M. Schust.) (д.б.н. Н. А. Константинова, к.б.н. О. А. Белкина, к.б.н. Л. А. Конорева, А. Н. Савченко).

Проанализировано распространение азотфиксирующих цианопрокариот на арх. Шпицберген. На сегодняшний день на Шпицбергене зарегистрировано 316 таксонов (281 вид). Наиболее распространенными азотфиксаторами являются *Nostoc commune*, *Dichothrix gypsophila*, *Tolypotrrix tenuis* (к.б.н. Д. А. Давыдов).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Построена статистическая модель зависимости скорости линейного роста *N. splendens* в просветах крон деревьев от температуры воздуха и количества осадков, которая может быть использована для прогнозирования скорости роста (д.б.н. Н. Ю. Шмакова, к.б.н. О. В. Ермолаева, к.б.н. О. А. Белкина).

У хозяйственно-ценных растений собственные ритмы фотосинтеза могут быть захвачены внешними циклами температуры, солнечной ФАР или УФ-радиации. В неоптимальных условиях начала и конца сезона цикличность фотосинтеза листьев может быть синхронизирована резкими изменениями экологических условий. Ритмы фотосинтетической активности аборигенных экотипов березы, ивы и осины слабо зависят от температуры, но могут быть нарушены стрессовым воздействием, включающим флуктуации УФ-радиации. Интродуцированные кустарники более устойчивы к флуктуациям ультрафиолета, чем листопадные аборигенные виды (д.б.н. П. А. Кашулин, Н. В. Калачева).

Направление 62. Биотехнология

Выявлены новые возможности применения *Amblyseius mckenziei* Schuster культуры ПАБСИ для защиты растений от опасного вредителя *Brevipalpus obovatus* Donnadieu сем. *Tenuipalpidae*. Разработана инновационная технология применения *A. mckenziei* (д.б.н. Н. С. Рак, к.б.н. С. В. Литвинова).

Установлено, что отходы добычи флогопита (г. Ковдор Мурманской области) накапливают токсические вещества из грунта и воздуха и могут ис-

пользоваться для биорекультивации пустошей в условиях Арктики (к.т.н. П. Б. Громов, д.б.н. Л. А. Иванова, Е. С. Иноземцева, к.т.н. И. П. Кременецкая).

Разработана технология биологической очистки сточных вод от минеральных соединений азота в условиях Арктики, основанная на изготовлении плавающих биоплат, состоящих из вермикулита Ковдорского месторождения (Мурманская область) в качестве субстрата, на котором культивируется фитосообщество из аборигенных видов (д.б.н. Г. А. Евдокимова, д.б.н. Л. А. Иванова, к.б.н. В. А. Мязин, Н. П. Мозгова, Н. В. Фокина).

Разработан зональный ассортимент декоративных растений, состоящий из 22 видов травянистых многолетников, успешно функционирующих на минеральных отходах добычи флогопита и устойчивых к аэротехногенной нагрузке в арктических условиях (к.т.н. И. П. Кременецкая, д.б.н. Л. А. Иванова, Е. С. Иноземцева).

Направление 65. Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества

Установлено, что почвенные субстраты в районе железнодорожных насыпей Октябрьской железной дороги (РЖД) пригодны для посадок растений при соблюдении дополнительных агротехнических мер ухода (внесение минеральных и органических удобрений после активного снеготаяния и в период вегетации) (чл.-к. В. К. Жиров, Е. П. Шлапак, к.б.н. Н. В. Салтан, к.б.н. О. Б. Гонтарь, Е. А. Святковская).

Установлено, что трансформация почв в различных категориях насаждений городов Мурманской области проявляется в подщелачивании почв при характерных особенностях региональных почв, выраженных в недостатке азотного питания растений, росте обменного калия и подвижного фосфора (к.б.н. Н. В. Салтан, Н. М. Коробейникова).

Процесс биохимической трансформации тест-растений – овса – в серогумусовых грубогумусных почвах побережий острова Западный Шпицберген протекает с быстрым снижением содержания легкодоступных для микроорганизмов сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы) и щелочных элементов – К и Na. Снижение содержания крахмала и щелочноземельных элементов – Са и Mg – протекает более медленно (д.б.н. Г. М. Кашулина, Н. М. Коробейникова, Л. А. Баскова, Т. И. Литвинова, Е. В. Кощеева).

Показано, что в почвах локальной зоны воздействия комбината «Североникель» концентрации тяжелых металлов значительно варьируют в многолетней динамике. Основными факторами, определяющими уровень концентраций Ni, Cu и Co верхних слоев почв, являются количество выпавших за год атмосферных осадков и остаточное содержание органического вещества в эродирующих почвах локальной зоны (д.б.н. Г. М. Кашулина, Н. М. Коробейникова, Л. А. Баскова, Т. И. Литвинова, Е. В. Кощеева, А. Н. Кубрак).

Основные публикации

Блинова И. В. Пространственная структура популяций редких видов орхидных на минеротрофных травяных болотах в центральной части Мурманской области // *Экология*. 2016. Т. 47(3). С. 180–188.

Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н., Жиров В. К., Шлапак Е. П., Салтан Н. В. Фитонцидные и душистые древесные растения в озеленении урбанизированных территорий Кольского Севера // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук* // Изд-во Самарского научного центра РАН. Т. 18. № 2. 2016. С. 70–74.

Ермолаева О. В., Шмакова Н. Ю. Рост *Hylacomium splendens* в лесном поясе Хибин // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета*. 2016. № 8.

Калашиникова И. В. Изменения variability сердечного ритма у дошкольников в ходе проведения программы «Экотерапия для детей в возрасте 6-7 лет с речевыми нарушениями» в условиях Заполярья // *Специальное образование*. Т. 1. 2016. С. 52–61.

Калашиникова И. В., Салтан Н. В., Гонтарь О. Б., Жиров В. К. Экологическая терапия как коррекционно-педагогический элемент в комплексном подходе при лечении логоневроза у дошкольников // *Образование и наука*. № 8 (137). 2016. С. 127–144.

Кашулина Г. М., Кубрак А. Н., Баскова Л. А., Коробейникова Н. М. Влияние длительного экстремального загрязнения выбросами комбината «Североникель» на содержание доступных для растений Р, К, Са и Mg в подзолах // *Вестник МГТУ*, Том 19, № 1/2. 2016. С. 184–193.

Кизеев А. Н. Содержание ¹³⁷Cs и ⁴⁰K в почвенно-растительном покрове в районе расположения Кольской атомной электростанции // *Глобальный научный потенциал*. 2016. №5. С. 56–59.

Кизеев А. Н., Константинова Л. И., Тимофеева М. Г., Орлов П. С. Состояние ассимиляционных органов березы в зоне влияния Кольской атомной электростанции // *Наука и бизнес: пути развития*. 2016. №8 (62). С. 67–72.

Кравченко А. В., Кожин М. Н., Боровичев Е. А., Костина В. А. Новые данные о распространении охраняемых видов сосудистых растений в Мурманской области // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2016. Т. 3. С. 84–89.

Маслов М. Н., Копейна Е. И., Зудкин А. Г., Королева Н. Е., Шулаков А. А., Онипченко В. Г., Макаров М. И. Запасы фитомассы и органического углерода в тундровых экосистемах Северной Фенноскандии // *Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 17. Почвоведение*. 2016. № 3. С. 30–89.

Королева Н. Е. Основные типы растительных сообществ «русского Шпицбергена» // *Труды Карельского научного центра Российской академии наук*. 2016. № 7. С. 3–23.

Костюк В. И. Экзогенная регуляция сбора протеина в северных агроценозах овса // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2016. № 2 (85). Ч. 1. С. 68–73.

Костюк В. И. Влияние циклических вариаций солнечной активности на урожайность и качество многолетних трав в условиях Кольского Севера // *Инновационная наука*. 2016. № 4. С. 25–29.

Borovichev E., Fedosov V., Vilnet A. An unexpected record of European liverwort *Scapania aspera* (Scapaniaceae, Jungermanniopsida, Marchantiophyta) in the East Siberia // *Cryptogamie, Bryologie*. 2016. V. 37, № 4. P. 445–454.

Davydov D. Diversity of the Cyanoprokaryota in polar deserts of Innvika cove North-East Land (Nordaustlandet) Island, Spitsbergen // *Czech Polar Reports*, 2016. Vol. 6 (1). 66–79.

Galina A. Evdokimova, Lyubov A. Ivanova, Natalia P. Mozgova, Vladimir A. Myazin, Nadezhda V. Fokina. Floating bioplato for purification of waste quarry waters from mineral nitrogen compounds in the Arctic // *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2016. V. 51, Iss.10. P. 833–838.

Kalashnikova I.V., Gontar O.B., Zhirov V.K., Kalashnikov A.O. Integrated Animal-Assisted and Plant-Assisted Ecotherapy for Preschool Children with Speech Disturbances: A Program for the Arctic // *Ecopsychology*. Jun 2016, 8 (2): P. 79–88.

Kashulin Peter, Kalacheva N. V. Space cyclicuty and synchronous photosynthetic time-course of deciduous trees foliage in Kola Subarctic // *Eastern European Scientific Journal*. N 7. Vol 3. 2016. P. 77–81.

Zhurbenko M. P., Chesnokov S. V. & Konoreva L. A., 2016. Lichenicolous fungi from Kodar Range, Trans-Baikal Territory of Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*, Fasc. 53: 9–22.

Markovskaya E. F., Shmakova N. Yu., Novichonok E. V. Boimetical parameters, pigment content and functional characteristics of photosynthetic apparatus of *Bistorta vivipara* within the territory of West Spitsbergen // *Czech Polar reports*. 2016. Vol. 6. № 1. P. 1–12.

Опубликовано: 143 научные работы, в том числе 1 монография, 1 научно-методическое пособие, 33 статьи в российских журналах и изданиях (в т. ч. 19 – в журналах, рекомендуемых ВАК), 26 статей в зарубежных изданиях, 54 статьи и 21 тезис в трудах и материалах совещаний и конференций, 2 работы в электронном издании, 1 препринт.

УФИМСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ РАН

Врио директора – доктор биологических наук В. Б. Мартыненко

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Разработана компьютерная модель кворум-чувствительной системы типа LuxI/R у граммотрицательных бактерий на примере системы управления индукцией свечения у биOLUMИнесцентной бактерии *Vibrio fischeri*. В экспериментах *in silico* выявлены стационарные состояния генной сети, воспроизведен механизм переключения между режимами генной экспрессии в зависимости от плотности клеточной популяции, получены кинетические кривые для молекулярных компонент (к.б.н. А. В. Галимзянов).

Создана экспериментальная модель развития смешанной популяции *E. coli*, состоящей из двух резистентных к разным антибиотикам штаммов, в присутствии токсичного для клеток одного из них. Показана возможность

использования плазмид, несущих эпигенетические переключатели на основе искусственных циклических дигенных систем, для ретроспективного анализа способа выживания субпопуляции (к.б.н. Е. Э. Ступак).

Методами сканирующей электронной и световой микроскопии в условиях *in vitro* выявлен кливажный структурный механизм образования полиэмбрионидов яровой мягкой пшеницы, состоящий в формировании в фазе органогенеза в их апикальной части нескольких семядолей-щитков, срастающихся общим корневым полюсом (к.б.н. О. А. Сельдимирова, д.б.н. Н. Н. Круглова).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

В экспериментах с нечувствительным к этилену мутантом арабидопсис *etr1* выявлен новый аспект гормональной регуляции ростовых адаптивных реакций растений. Под влиянием этилена происходит репрессия гена *IPT3*, отвечающего за синтез цитокининов, что, в конечном счете, приводит к увеличению массы корней (к.б.н. А. В. Коробова, д.б.н. Г. Р. Кудоярова, д.б.н. Л. Б. Высоцкая).

В результате сравнения хода восстановительных сукцессий в разных типах лесной растительности Южно-Уральского региона установлено, что в зависимости от особенностей исходного типа сообщества и вариантов нарушений возможны две модели сукцессионных систем: линейная и дивергентно-конвергентная (к.б.н. П.С. Широких, д.б.н. В. Б. Мартыненко).

Выявлены различия в видовом составе бриофлор и приуроченности бриофитов к местообитаниям восточных низкогорий и предгорий Южного Урала, а также степных районов Зауральского пенепплена (д.б.н. Э. З. Башиева).

В условиях углеводородного загрязнения Уфимского промышленного центра при общем снижении содержания фотосинтетических пигментов в листьях дуба, липы и березы существенно увеличивается доля каротиноидов на фоне уменьшения долей хлорофиллов *a* и *b*. Содержание всех пигментов у липы значительно превышает их содержание у дуба и березы, но при этом хлорофилльный комплекс липы характеризуется большей чувствительностью к загрязнению (к.б.н. Р. В. Уразильдин, д.б.н. А. Ю. Кулагин).

Направление 52. Биологическое разнообразие

С использованием ГИС-технологий рассчитаны запасы сырья и составлен долгосрочный прогноз состояния ресурсной базы *Aconitum septentrionale* Koelle центральной части горно-лесной зоны Южного Урала для организуемого в Республике Башкортостан производства антиаритмического препарата «Аллапинин» (д.б.н. Н. И. Федоров, к.б.н. С. Н. Жигунова).

Создана ГИС-карта растительности участка «Предуральская степь» государственного природного заповедника «Оренбургский» (масштаб 1:25000), позволяющая проводить расчет и мониторинг запасов пастбищного корма для создаваемой популяции лошадей Пржевальского (д.б.н. Н. И. Федоров).

Обнаружена новая плаزمида pCS36-4CPA штамма-деструктора хлороматических соединений *Citrobacter* sp. 36-4CPA. Плазмида несет гены мобилизации *mobABCD* и стабильности (*mrs*), содержит типичные для ColE1-плазмид регуляторные элементы РНК I и РНК II и имеет три от-

крытые рамки считывания. Нуклеотидная последовательность плазмиды pCS36-4CPA *Citrobacter* sp. 36-4CPA депонирована в международной базе данных GenBank (д.б.н. Т. В. Маркушева, к.б.н. В. В. Коробов, к.б.н. Е. Ю. Журенко, к.б.н. Н. В. Жарикова, к.б.н. Т. Р. Ясаков).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

В условиях технологии no-till использование органических удобрений эффективнее, чем при вспашке, способствует повышению содержания гумуса, улучшению питательного режима, увеличению ферментативной активности и урожайности сельскохозяйственных культур (д.б.н. И. М. Габбасова, д.б.н. Р. Р. Сулейманов, к.б.н. Т. Т. Гарипов, к.б.н. М. А. Комиссаров, к.б.н. Л. В. Сидорова, к.б.н. Ф. И. Назырова, З. Г. Простякова).

На основе данных, полученных в опытах с использованием лабораторной дождевальнoй установки, разработана математическая модель зависимости эрозионных потерь почвы от крутизны склонов до 7° и интенсивности дождей до 6 мм/мин. В изученных лимитах параметров зависимость носит линейный характер для черноземов и серых лесных почв (д.б.н. И. М. Габбасова, к.б.н. М. А. Комиссаров).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Установлена роль комплекса циклических липопептидов (ЦЛП), продуцируемых представителями рода *Paenibacillus*, в межклеточных коммуникациях таксономически близких групп бактерий. Показано, что сублетальные концентрации липопептидов пенибацилл активируют рост *Bacillus subtilis*. В концентрациях, близких к летальным, липопептиды пенибацилл вызывают снижение титра культуры *B. subtilis* на 2-3 порядка, увеличивая степень спорообразования и подавляя формирование биопленок (к.б.н. Е. А. Гильванова, к.б.н. Т. Ф. Бойко, к.б.н. Л. Ю. Кузьмина, д.б.н. А. И. Мелентьев).

Выявлено, что ферментный комплекс гриба *Penicillium janthinellum*, участвующий в расщеплении хитина и хитозана, представлен ферментами N-ацетилглюкозаминидазой (КФ 3.2.1.52) и экзо-хитозаназой (КФ 3.2.1.165), последняя проявляет также β -1,3-, β -1,3-1,4-глюканазаную и β -1,4-ксиланазаную активности (к.б.н. Г. Э. Актуганов, к.б.н. Н. Ф. Галимзянова).

Направление 62. Биотехнология

Открыт и валидизирован новый вид бактерий *Pseudomonas turukhanskensis* (Korshunova et al., 2016). Штамм *P. turukhanskensis* ИБ 1.1(Т) выделенный из нефтезагрязненной почвы, разлагает нефть и нефтепродукты при низких положительных температурах и является основой биопрепарата «Ленойл»®-NORD для ликвидации последствий нефтезагрязнений в условиях Крайнего Севера. Способ очистки нефтезагрязненных грунтов при низких положительных температурах с помощью этого психротолерантного штамма запатентован в Российской Федерации (к.б.н. Т. Ю. Коришнова, д.б.н. С. П. Четвериков, д.б.н. О. Н. Логинов).

Основные публикации

Актуганов Г. Э., Галимзянова Н. Ф., Терезулова Г. А., Мелентьев А. И. Синтез экзо- β -глюкозаминидаз грибом *Penicillium sp.* IB-37-2 // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52, № 5. С. 520–526.

Габбасова И. М., Сулейманов Р. Р., Хабиров И. К., Комиссаров М. А., Фрюауф М., Либельт П., Гарипов Т. Т., Сидорова Л. В., Хазиев Ф. Х. Изменение эродированных почв во времени в зависимости от их сельскохозяйственного использования в Южном Предуралье // Почвоведение. 2016. № 10. С. 1277–1283.

Мартыненко В. Б., Широких П. С., Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Башиева Э. З., Мулдашев А. А. Синтаксономический анализ влияния инициальной стадии на вторичную автогенную сукцессию широколиственного леса // Журнал общей биологии. 2016. Т. 77, № 4. С. 303–313.

Сельдимирова О. А., Титова Г. Е., Круглова Н. Н. Комплексный морфолого-гистологический подход к изучению морфогенных структур в культуре *in vitro* пыльников пшеницы // Известия РАН. Серия биол. 2016. Т. 43, № 2. С. 155–161.

Титова Г. Е., Сельдимирова О. А., Круглова Н. Н., Галин И. Р., Батыгина Т. Б. Феномен «сиамских зародышей» у злаков *in vivo* и *in vitro*: кливажная полиэмбриония и фасциации // Онтогенез. 2016. Т. 47, № 3. С. 152–169.

Юнусова С. Г., Ляценок С. С., Федоров Н. И., Юнусов М. С., Денисенко О. Н. Липиды и липофильные компоненты семян окопника лекарственного (*Symphytum officinale* L.) // Химико-фармацевтический журнал. 2016. Т. 50, № 9. С. 105–108.

Avalbaev A., Yuldashev R., Fedorova K., Somov K., Vysotskaya L., Allagulova C., Farida Shakirova F. Exogenous methyl jasmonate regulates cytokinin content by modulating cytokinin oxidase activity in wheat seedlings under salinity // Journal of Plant Physiology. 2016. V. 191, № 1. P. 101–110.

Chytrý, M., Hennekens, S. M., Jiménez-Alfaro, et. all. European Vegetation Archive (EVA): an integrated database of European vegetation plots // Applied Vegetation Science. 2016. Vol. 19, № 1. P. 173–180.

Korobova A. V., Vysotskaya L. B., Vasinskaya A. N., Kuluev B., Veselov S. Yu., Kudoyarova G. R. Dependence of root biomass accumulation on the content and metabolism of cytokinins in ethylene-insensitive plants // Russian Journal of Plant Physiology. 2016. V. 63, № 6. P. 597–603.

Kucherov S. E., Vasil'ev D. Yu., Muldashev A. A. Reconstruction of May–June Precipitation in the Territory of Bashkiria Based on Scots Pine Tree-Ring Data from the Bugulma–Belebey Upland // Russian Journal of Ecology. 2016. Vol. 47, № 2. P. 115–124.

Ponedel'kina I. Y., Gaskarova A. R., Odinokov V. N., Galimzyanova N. F. Hydroxamates of polyuronic acids: synthesis and resistance to *Aspergillus niger* // Chemistry of Natural Compounds. 2016. V. 52? № 4. P. 683–685.

Rafikova G. F., Korshunova T. Yu., Minnebaev L. F., Chetverikov S. P., Loginov O. N. A New Bacterial Strain, *Pseudomonas koreensis* IB-4, as a Promising Agent for Plant Pathogen Biological Control // Microbiology. 2016. Vol. 85, № 3. P. 333–341.

Seldimirova O. A., Kudoyarova G. R., Kruglova N. N., Zaitsev D. Yu., Veselov S. Yu. Changes in distribution of zeatin and indolil-3-acetic acid in cells during callus induction and organogenesis *in vitro* in immature embryo culture of wheat // *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*. 2016. V. 52, № 3. P. 251–264.

Sharipova G., Veselov D., Kudoyarova G., Fricke W., Dodd I., Katsuhara M., Furuichi T., Ivanov I., Veselov S. Exogenous application of abscisic acid (ABA) increases root and cell hydraulic conductivity and abundance of some aquaporin isoforms in the ABA deficient barley mutant Az34 // *Annals of Botany*. 2016. № 118 (4). P. 777–785.

Veselov D. S., Sharipova G. V., Veselov S. Yu., Dodd I. C., Ivanov I., Kudoyarova G. R. Rapid changes in root HvPIP2;2 aquaporins abundance and ABA concentration are required to enhance root hydraulic conductivity and maintain leaf water potential in response to increased evaporative demand // *Functional Plant Biology*. 2016. doi.org/10.1071/FP16242

Akhmetova V. R., Khabibullina G. R., Galimzyanova N. F., Kunakova R. V., Ibragimov A. G. Multicomponent Reactions of NH₄Cl, CH₂O and SH-acids in Water as Effective Synthesis of Biologically Active Heterocycles // *Journal of Heterocyclic Chemistry*. 2016. V. 53, Iss. 3. P. 771–775.

Vysotskaya L. B., Trekozova A. W., Kudoyarova G. R. Effect of phosphorus starvation on hormone content and growth of barley plants // *Acta Physiol Plant*. 2016. № 38. P. 108. DOI 10.1007/s11738-016-2127-5

Zharikova N., Iasakov T., Bumazhkin B., Patutina E., Zhurenko E., Korobov V., Sagitova A., Kuznetsov B., Markusheva T. Isolation and sequence analysis of pCS36-4CPA, a small plasmid from *Citrobacter sp.* 36-4CPA // *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.02.014.3>

Опубликовано: 86 статей, из них 68 на русском языке в российских журналах и 18 на иностранных языках, 67 статей в сборниках материалов российских конференций, 1 монография на русском языке и 1 глава в монографии на иностранном языке

**БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ
УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**
Директор – доктор биологических наук **З. Х. Шигапов**

Направление 52. Биологическое разнообразие

Сохранены и увеличены на 218 новых таксонов научные коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте, интродукционный фонд института составил 6540 видов, сортов и форм растений, в том числе: древесные растения – 1596, редкие и исчезающие виды – 158, лекарственные и пряно-ароматические растения – 220, цветочно-декоративные – 2350, тропические и субтропические – 1326. Коллекции используются для научных, практических, природоохранных, образовательных и просветительских целей (д.б.н. *З. Х. Шигапов*, д.б.н. *Л. М. Абрамова*, д.б.н. *В. П. Путенихин*, к.б.н. *Р. В. Вафин*, к.с.-х.н. *Л. Н. Миронова*, к.б.н. *М. В. Лебедева*).

Успешно завершено госсортоиспытание 12 сортов хризантемы корейской *Chrysanthemum × koreanum* hort. ('Актаныш', 'Алтын Солок', 'Вечный Огонь', 'Краса Осени', 'Розовое Изобилие', 'Салют Победы', 'Сестричка Эльвира', 'Сиреневое Чудо', 'Солнечная Башкирия', 'Тагзима', 'Чудное Мгновение', 'Юбилей Победы') и одного сорта ириса гибридного *Iris hybrida* hort. ('Александр Матросов') селекции БСИ УНЦ РАН. Все новые сорта декоративных растений включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ (к.с.-х.н. Л. Н. Миронова, к.б.н. Л. А. Тухватуллина, д.б.н. З. Х. Шиганов).

Выявлены особенности биологии кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции в Башкирском Предуралье. Показана возможность успешного выращивания посадочного материала кедра сибирского из семян местной репродукции; по длительности вегетации вид укладывается в вегетационный период района интродукции. В Башкирском Предуралье и на Южном Урале выделены участки лесных культур кедра сибирского с наивысшими классами товарности и категориями селекционной ценности для их использования в лесном хозяйстве в качестве селекционно-семеноводческой базы (К. В. Путенихина, д.б.н. З. Х. Шиганов, д.б.н. В. П. Путенихин).

Разработана технология клонального микроразмножения редкого вида лука нереидоцветного (*Allium neriniflorum* (Herb.) Baker.), включенного в Красную книгу Российской Федерации. Выявлена морфогенетическая активность зачаточного побега, сочной чешуи и донца луковицы в культуре *in vitro*, проявляющаяся в способности регенерировать побеги, формирующие полноценные луковицы. Подобран состав питательной среды Мурасиге и Скуга, дополненной 2-иР 1,0 мг/л для регенерации 2-3 дополнительных побегов из зачаточного побега и сочных чешуй луковицы. Выявлена способность донца луковицы к множественному побегообразованию с коэффициентом размножения 9,0 на питательной среде Кворина-Липойвра, дополненной НУК в концентрации 0,1 мг/л. Укоренение *A. neriniflorum* происходит на питательной среде для мультипликации, без дополнительной гормональной стимуляции для образования корней. Достигнута высокая (98%) приживаемость растений-регенерантов при переводе их в условия *ex vitro* (к.б.н. А. А. Зарипова, к.б.н. А. Ш. Ахметова).

Выявлены особенности биологии и состояние популяций редкого вида люцерны сетчатой (*Medicago cancellata* Vieb.), находящегося в Республике Башкортостан на северной границе ареала. Вид включен в Красную книгу МСОП, Красную книгу Российской Федерации. Показано, что большинство исследованных ценопопуляций (ЦП) отличаются невысокой плотностью (2,2–5,8 экз./м²), пик приходится на среднегенеративные особию. Для охраны вида разработаны рекомендации по созданию памятника природы «Гора Ярыштау» в Давлекановском районе Республики Башкортостан (к.б.н. О. А. Каримова, д.б.н. Л. М. Абрамова, к.б.н. А. Н. Мустафина).

Впервые для Республики Башкортостан выявлена флора железнодорожных насыпей, включающая 465 видов сосудистых растений, относящихся к 59 семействам, 257 родам; выявлена их таксономическая, биоморфологическая, эколого-ценотическая структура; установлены закономерности формирования флоры. Выявлена адвентивная фракция флоры – 166 видов

(35,7%). Обнаружены 12 видов сосудистых растений, новых для территории РБ. Уточнено распространение редких и карантинных адвентивных растений (д.б.н. Л. М. Абрамова).

Выявлено фитоценоотическое разнообразие степной растительности Зауралья Республики Башкортостан и сопредельных территорий. Разработана синтаксономия степной растительности региона. Определены пространственные особенности распределения сообществ разных синтаксонов, их флористическая и экологическая дифференциация. Установлены закономерности распределения степных видов на градиентах основных экологических факторов – увлажнения и каменистости субстрата. Оптимизирована система экспертных показателей и получена оценка природоохранной ценности степей. Разработаны предложения по охране редких типов степных сообществ региона (д.б.н. С. М. Ямалов).

Основные публикации

Анищенко И. Е., Жигунов О. Ю. К биологии некоторых представителей рода *Artemisia* L. в условиях культуры в Башкирском Предуралье // Аграрная Россия. 2016. № 6. С. 2–6.

Фарукишина Г. Г., Путенихин В. П. Можжевельники обыкновенный и казачий на южном Урале: распространение, популяционная структура, сохранение генофонда. Уфа: Гилем, Башк. Энцикл., 2016. 168 с.

Сулейманова З. Н. Тропические и субтропические растения в Уфимском ботаническом саду. Уфа: Гилем, 2016. 276 с.

Путенихина К. В., Шигапов З. Х., Путенихин В. П. Всхожесть семян кедрового при интродукции в Башкирском Предуралье // Лесоведение. 2016. № 2. С. 107–114.

Фарукишина Г. Г., Путенихин В. П. Популяционная структура можжевельника обыкновенного в Предуралье и на Южном Урале // Лесоведение. 2016. № 3. С. 175–186.

Фарукишина Г. Г., Путенихин В. П. Габитуальные особенности можжевельника обыкновенного в Предуралье и на Южном Урале // Лесоведение. 2016. № 4. С. 305–311.

Кучеров С. Е., Васильев Д. Ю., Мулдашев А. А. Реконструкция осадков мая–июня по радиальному приросту сосны обыкновенной на Бугульминско-Белебеевской возвышенности для территории Башкирии // Экология. 2016. № 2. С. 83–93.

Васильев Д. Ю., Кучеров С. Е., Лазарев В. В. Взаимосвязь солнечной активности, климатических индексов и осадков мая–июля, реконструированных на основе анализа радиального прироста лиственницы на Южном Урале // Оптика атмосферы и океана. 2016. № 3. С. 224–231.

Каримова О. А., Мустафина А. Н., Голованов Я. М., Абрамова Л. М. Состав ценопопуляций *Patrinia sibirica* (Valerianaceae) на Южном Урале // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. Вып. 1. С. 49–65.

Абрамова Л. М., Ильина В. Н., Каримова О. А., Мустафина А. Н. Сравнительный анализ структуры популяций *Hedysarum grandiflorum* (Fabaceae) в Самарской области и Республике Башкортостан // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. Вып. 2. С. 225–239.

Голованов Я. М., Абрамова Л. М., Мулдашев А. А. Натурализация инвазионного вида *Elodea canadensis* Michx. в водоемах Республики Башкортостан // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 2. С. 7–21.

Каримова О. А., Мустафина А. Н., Абрамова Л. М. Современное состояние природных популяций редкого вида *Medicago cancellata* Vieb. в Республике Башкортостан // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. 2016. № 3 (35). С. 43–59.

Тухватуллина Л. А., Миронова Л. Н. Результаты селекции хризантемы корейской в Республике Башкортостан // Известия Оренбург. гос. аграрного ун-та, 2016. № 2 (58). С. 37–39.

Каримова О. А., Жижунов О. Ю. Интродукция некоторых сортов рода *Filipendula* Mill. в Уфимском ботаническом саду // Известия Оренбург. гос. аграрного ун-та, 2016. № 2 (58). С. 146–148.

Ямалов С. М., Тания И. В., Хасанова Г. Р., Лебедева М. В. Оценка природоохранной значимости ассоциаций травяных и кустарниковых сообществ Рицинского реликтового национального парка (Республика Абхазия) // Вестник Оренбург. гос. пед. ун-та. 2016. № 3. С. 30–42.

Ямалов С. М., Суворов А. В., Лебедева М. В., Ескина Т. Г., Хасанова Г. Р., Тания И. В. Разнообразие травяных сообществ Южного передового и северо-западной части Главного Кавказского хребтов // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. 2016. Серия: Естественные науки. 2016. № 18 (239). Вып. 36. С. 15–25.

Golovanov Ya. M. Poa botryoides (Griseb.) Kom. Willdenowia [Euro+Med-Checklist Notulae, 6], 2016, v. 46, №. 3, p. 428

Golovanov Ya. M., Saksonov S.V., Vasjukov V. M. Lagenaria siceraria (Molina) Standl. Willdenowia [Euro+MedChecklist Notulae, 6], 2016, v. 46, №. 3, p. 427

Опубликовано: 2 монографии, 185 статей, в том числе 6 статей, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, 63 статьи, рекомендованных ВАК, 4 статьи в зарубежных журналах, 15 статей в сборниках материалов зарубежных конференций.

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ СЕВЕРА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Директор – доктор технических наук В. А. Маслобоев

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Изучены основные закономерности изменения химического состава (ADF, лигнин, целлюлоза, лигнин/целлюлоза, липиды, фенольные соединения, проантоцианидины, флавоноиды, N, C, а также Ca, Mg, K, Mn, Zn, P, S, Al, Fe) в хвое можжевельника, произрастающего в еловых и березовых лесах Хибинского горного массива. Показано, что с возрастом хвои в ней накапливаются лигнин, липиды, фенольные соединения, Ca, Al, Fe и снижаются концентрации флавоноидов, растворимых и связанных проантоцианидинов, N, P, K, Mg, Zn и Mn. Отличия в содержании элементов

питания в хвое можжевельника, произрастающего в еловых и березовых лесах, объясняются различиями в составе почв (к.с.-х.н. Л. Г. Исаева, к.х.н. Н. А. Артемкина).

Дан анализ пространственной (внутрибиогеоценотической и биогеоценотической) вариабельности состава снеговых вод в сосновых и еловых лесах, подверженных воздушному промышленному загрязнению выбросами крупнейшего в Северной Европе медно-никелевого комбината «Североникель», с учетом многолетней динамики. Показано, что подкروновые снеговые воды еловых и сосновых лесов богаче соединениями элементов, чем межкروновые, что объясняется их вымыванием и выщелачиванием из крон древесных растений. Подкروновые воды еловых лесов отличаются высокими концентрациями соединений элементов, что обусловлено сорбирующей способностью крон ели (к.с.-х.н. Л. Г. Исаева, м.н.с. В. В. Ершов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Обнаружено и исследовано новое явление – возрастание степени патогенности микроскопических грибов, выделенных из почв, загрязненных выбросами алюминиевого завода. В загрязненных почвах более 50% исследованных штаммов грибов обладали свойствами патогенности, в фоновых почвах – только 20%. Наиболее выражена степень патогенности у грибов: *Amorphotheca resinae*, *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium commune*, *P. purpurogenum*, *Trichoderma viride* (д.б.н. Г. А. Евдокимова, к.б.н. М. В. Корнейкова).

Направление 62. Биотехнология

Разработана инновационная технология естественной биологической очистки сточных карьерных вод от минеральных соединений азота, в основе которой – фитоценоз, стабильный во времени и использующий азот для своего развития. Технология основана на природных механизмах, не требует затрат энергии и химикатов и не оказывает дополнительного негативного воздействия на окружающую среду. Подобран ассортимент аборигенных растений, разработан способ их закрепления и выращивания на водной поверхности. Основу фитосообществ биоплато составляют различные виды пушицы, осок, хвощей, ив, сабельник болотный, вахта трехлистная, калужница болотная, белокрыльник болотный и др. По данной разработке получен патент РФ на изобретение «Устройство для биологической очистки сточных карьерных вод», № 2560631, зарегистрированный в Государственном реестре 22 июля 2015 г. (д.б.н. Г. А. Евдокимова, д.б.н. Л. А. Иванова, к.б.н. В. А. Мязин).

Основные публикации

Артемкина Н. А., Орлова М. А., Лукина Н. В. Химический состав хвои *Juniperus sibirica* (Cupressaceae) в экотоне лес–тундра (Хибинские горы) // Экология, 2016. № 4. С. 243–250.

Биомы России. Научно-справочная биогеографическая карта // Науч. ред. Огуреева Г. Н. / Огуреева Г. Н., Леонова Н. Б., Емельянова Л. Г., Булдакова Е. В., Кадетов Н. Г., Архипова М. В., Микляева И. М., Бочарников М. В., Дудов С. В., Из-

натова Е.А., Игнатов М.С., Мучник Е.Э., Урбанавичюс Г.П., Даниленко А.К., Румянцев В.Ю., Леонтьева О.А., Романов А.А., Константинов П.А. М.: ООО «Финансовый и организационный консалтинг».

Боровичев Е. А., Королева Н. Е., Крышень А. М. Международное совещание «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Восточной Фенноскандии», посвященное 100-летию со дня рождения М. Л. Раменской (Апатиты, 15–19 июня 2015 года) // Труды Карельского НЦ РАН, 2016. № 1. С. 96–101.

Горбачева Т. Т., Касиков А. Г., Нерадовский Ю. Н., Черепанова Т. А. Выявление источника пылевых осадений при оценке качества воздуха // Медицина труда и промышленная экология, 2016. № 8. С. 43–47.

Денисов Д. Б., Барина С. С. Фитоперифитон и показатели среды в реках Кольского полуострова, Русский Арктический Север // Вопросы современной альгологии, 2016. № 1 (11). URL: <http://algology.ru/> 957.

Денисов Д. Б., Валькова С. А., Кашулин Н. А. Экологические особенности перифитона и зообентоса водных экосистем Хибинского горного массива (Кольский полуостров) // Вестник МГТУ, 2016. Т. 19, № 1/2. С. 165–175.

Дубовик И. Е., Суяндукоев Я. Т., Хасанова Р. Ф., Шалыгина Р. Р. Циано-бактериально-водорослевые ценозы чернозема обыкновенного под фитомелиорантами // Почвоведение, 2016. № 4. С. 496–504.

Евдокимова Г. А., Корнейкова М. В., Мозгова Н. П., Редькина В. В., Фокина Н. В. Эколого-биологическая характеристика почв приграничного района Россия–Норвегия // Вестник КНЦ РАН, 2016. № 1. С. 89–99.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Бактериальный аэропланктон приземного слоя воздуха различных природных и промышленных зон в Кольской Арктике // Вестник КНЦ РАН, 2016. № 3 (26). С. 102–110.

Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Оценка загрязнения почв и растений в зоне воздействия газоздушных выбросов алюминиевого завода // Теоретическая и прикладная экология, 2015. № 4. С. 64–68.

Зубова Е. М., Кашулин Н. А., Терентьев П. М. К методике расчисления темпа роста сига *Coregonus lavaretus* (L.) водоемов Северной Фенноскандии // Труды Карельского научного центра РАН, серия «Лимнология». 2016. № 9. С. 78–89.

Зубова Е. М., Кашулин Н. А., Терентьев П. М., Денисов Д. Б., Валькова С. А. Линейный рост малотычинкового сига *Coregonus lavaretus* (Coregonidae) оз. Имандра (Мурманская область) // Вопросы ихтиологии, 2016. Т. 56. № 4. С. 463–473.

Исмаилов А. Б., Урбанавичюс Г. П. Лишайники и лишенофильные грибы, новые для Дагестана и Кавказа // Бюллетень МОИП, 2015. Отдел биологический. Т. 120. Вып. 6. С. 83–84.

Королева И. М. Гематологические показатели сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* в водоемах Кольского Севера // Труды ВНИРО, 2016. Т. 162. С. 37–46.

Королева И. М., Кашулин Н. А. Гистопатологические показатели сиговых рыб в условиях влияния металлургической промышленности // Сибирский экологический журнал, 2016. № 2. С. 246–255.

Кравченко А. В., Кожин М. Н., Боровичев Е. А., Костина В. А. Новые данные о распространении охраняемых сосудистых растений в Мурманской области // Труды Карельского НЦ РАН, 2016. Серия Биогеография. № 3. С. 84–89.

Лукина Н. В., Орлова М. А., Перминова И. В., Хусаинова В. С., Воробьева Д. Н., Артемкина Н. А. Метаболомика лесных экосистем: проблемы и перспективы // Лесоведение, 2016. № 6. С. 457–465.

Мязин В. А., Редькина В. В. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на рост *Secale segetale* L. и перспективы ее использования при фиторемедиации // Вестник МГТУ, 2016. Т. 19. № 1/2. С. 217–221. DOI: 10.21443/1560-9278-2016-1/2-217-221.

Орлова М. А., Лукина Н. В., Смирнов В. Э., Артемкина Н. А. Влияние ели на формирование кислотности и плодородия почв в северотаежных ельниках кустарничково-зеленомошных // Почвоведение, 2016. № 11. С. 1355–1367.

Рапопорт И. Б., Зенкова И. В., Цепкова Н. Л. Население дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) бассейна реки Карасу (Центральный Кавказ) // Зоологический журнал, 2016. Т. 95. № 12. С. 1–12. ISSN: 00445134.

Сухарева Т. А. Элементный состав талломов лишайника *Cladonia stellaris* в условиях атмосферного загрязнения // Труды Карельского НЦ РАН, 2016. № 4. С. 70–82.

Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. *Micarea tomentosa* (*Pilocarpaceae*, lichenized *Ascomycota*) – новый вид для России из Республики Мордовия // *Turczaninowia*, 2016. № 4.

Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. К лишенофлоре долины реки Шахе (Краснодарский край, Западное Закавказье) // Новости систематики низших растений, 2016. Т. 50. С. 243–256.

Урбанавичене И. Н., Урбанавичюс Г. П. Лишенофлора Мордовского заповедника (Аннотированный список видов). Флора и фауна заповедников. Вып. 126. М., 2016. 41 с. ISBN-978-5-98732-171-3

Урбанавичюс Г. П. *Phaeophyscia dagestanica* (*Physciaceae*) – новый вид лишайника с Восточного Кавказа (Внутригорный Дагестан, Россия) // Ботанический журнал, 2016. Т. 101. № 7. С. 810–814.

Урбанавичюс Г. П. Род *Scytinium* (Ach.) Gray (*Collemataceae*, lichenized *Ascomycota*) в лишенофлоре Кавказа // Ботанический вестник Северного Кавказа, 2016. № 1. С. 56–71.

Урбанавичюс Г. П. Род *Strigula* (*Strigulaceae*, *Strigulales*) в лишенофлоре Кавказа // Ботанический журнал, 2016. Т. 101. № 2. С. 154–166.

Урбанавичюс Г. П., Фадеева М. А. Новые находки для лишенофлоры заповедника «Пасвик» (Мурманская область) // Труды Карельского НЦ РАН, 2016. Серия Биогеография. № 3. С. 97–102. DOI: 10.17076/bg270.

Фокина Н. В., Янишевская Е. С., Евдокимова Г. А. Сезонная динамика численности и трофическое разнообразие микроорганизмов в процессе флотации сульфидных медно-никелевых руд на обогатительной фабрике Кольской ГМК // Проблемы недропользования, 2016. № 2. С. 118–122. DOI: 10.18454/2313-1586.2016.02.118.

Хасанова Р. Ф., Шалыгина Р. Р., Дубовик И. Е. Влияние климатических показателей на цианобактериально-водорослевые ценозы // Вестник Ниж-

невартговского государственного университета. Биологические науки, 2016, № 2. С. 3–7.

Химич Ю. Р., Котиранта Х., Боровичев Е. А. Новые находки афиллофороидных грибов в Мурманской области. 1. Урбанизированные территории // Труды Карельского НЦ РАН, 2016. Серия Биогеография. № 7. С. 100–105.

Afonina O. M., Fedosov V. E., Flatberg K. I., Ignatova E. A., Kučera J., Mamontov Yu. S., Tubanova D. Ya. New moss records from Zabaikalsky Territory. 8. // Arctoa, 2016. Vol. 25. N 1. P. 219–220.

Bakalin V. A., Borovichev E. A., Katagiri T. New national and regional bryophyte records. 47. *Frullania subarctica* Vilnet, Borovich. & Bakalin // Journal of Bryology, 2016. Vol. 37. N 2. P. 157.

Borovichev E. A. New national and regional bryophyte records. 47. *Tritomaria exsecta* (Schmidel) Loeske // Journal of Bryology, 2016. Vol. 38. N 3. P. 162.

Borovichev E. A., Bakalin V. A. On *Mannia triandra* (Aytoniaceae, Marchantiophyta) in Eastern Asia // Herzogia, 2016. Vol. 29, № 1. P. 59–65.

Borovichev E. A., Bakalin V. A., Katagiri T., Yamaguchi T. New national and regional bryophyte records. 47. *Riccia rhenana* Lorb.ex Müll.Frib. // Journal of Bryology, 2016. Vol. 38. N 3. P. 160.

Borovichev E. A., Boychuk M. A. Checklist of liverworts of the Pasvik State Nature Reserve (Murmansk Region, Russia) // Folia Cryptogamica Estonica, 2016. Fasc. 53. <http://dx.doi.org/10.12697/fce.2016.53.xx>

Borovichev E. A., Ilina O. V. New national and regional bryophyte records. *Anastrophyllum michauxii* (F. Weber) H. Buch // Journal of Bryology, 2015. Vol. 37. N 4. P. 309.

Borovichev E. A., Koroleva N. E. Ecological and Coenological Analysis of Liverworts in the Forests of the Lapland State Nature Biosphere Reserve (Murmansk Province) // Contemporary Problems of Ecology, 2015. Vol. 8, N 7. P. 845–853.

Borovichev E. A., Vilnet A. A., Konstantinova N. A. New national and regional bryophyte records. 48. *Mannia triandra* (Scop.) Grolle // Journal of Bryology, 2016. Vol. 38. N 3. P. 246–247.

Dubovik I. E., Suyundukov Ya. T., Khasanova R. F., Shalygina R. R. Cyanobacterial–algal cenoses in ordinary chernozems under the impact of different phytoameliorants // Eurasian Soil Science, 2016. V. 49, Iss. 4. P. 457–465.

Ershov V. V., Lukina N. V., Orlova M. A. and Zukert N. V. Dynamics of Snowmelt Water Composition in Conifer Forests Exposed to Airborne Industrial Pollution // Russian Journal of Ecology, 2016. Vol. 47, No. 1. P. 38–44. ISSN 1067–4136.

Evdokimova G. A., Ivanova L. A., Mozgova N. P., Myazin V. A., Fokina N. V. Floating bioplato for purification of waste quarry waters from mineral nitrogen compounds in the Arctic // J. of Environmental Science and Health, Part A, 2016. V. 51, Iss.10. P. 833–838.

Koroleva I. M., Kashulin N. A. Histopathological Characteristics of *Coregonus Fishes* under the Impact of Metal Industry / Contemporary Problems of Ecology, 2016. Vol. 9. N 2. P. 168–176.

Mamontov Yu. S., Ignatov M. S., Ignatova E. A., Bezgodov A. G. New liverwort records from Russian Federation Regions. 3 // Arctoa, 2016. Vol. 25. N 1. P. 222–223.

Urbanavichus G. Additions to the lichens and lichenicolous fungi of Pasvik Reserve, Murmansk region, Russia // *Graphis Scripta*, 2016. Vol. 28. P. 8–10.

Urbanavichus G., Ismailov A. New records of lichens and lichenicolous fungi from Dagestan, Russia // *Folia Cryptogamica Estonica*, 2016. Fasc. 53.

Zenkova I. V. Myriapods (Myriapoda) occurring on plains and in mountain ecosystems on the Kola Peninsula (Russia). Proceedings of the 16th International Congress of Myriapodology (16 ICM, Olomouc, Czech Republic, 20–25 July 2014) // *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* (Czech Zoological Society Publisher), 2016. Vol. 80. N 1. P. 87–99.

Zmitrovich I. V., Ezhov O.N., Khimich Yu.R. Niemelaea, a new genus of Meruliaceae (Basidiomycota) // *Agriculture and Forestry*, 2015. Vol. 61, Issue 4. P. 23–31. DOI: 10.17707/AgricultForest.61.4.02 ISI.

Опубликовано: всего 130 статей, из них 110 на русском языке в российских журналах и 20 на иностранных языках в зарубежных журналах, 85 статей в сборниках материалов российских конференций и 5 статей в сборниках материалов зарубежных конференций.

ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Врио директора – кандидат биологических наук В. В. Стахеев

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Наблюдается устойчивый тренд (2014–2016) понижения уровня качественных и количественных характеристик микрозоопланктонного сообщества Таганрогского залива в поздне-зимний период, вызванный изменением солевого режима (к.б.н. К. В. Кренева, Л. Д. Свистунова).

Натурализация, расширение и закрепление освоенных ареалов распространения инвазивных видов инфузорий привели к изменениям структуры цилиатоценозов в Азовском море и водоемах его бассейна. В данный момент доля инвазивных видов в составе сообщества тинтиннид Азовского моря составляет 27% (к.б.н. К. В. Кренева).

Получены новые сведения по составу супралиторальной фауны Бейсугского лимана. Выделены 3 фаунистических комплекса беспозвоночных в пределах зоны супралитерали, в зависимости от их биотопической приуроченности. Выявлены доминантные виды для каждой фаунистической группы (Е. Н. Терсков).

Получены новые данные о таксономическом разнообразии и экологическом составе сообществ почвенных свободноживущих нематод в сухостепных ландшафтах долины Маныча (на примере ГПЗ заповедника «Ростовский») (В. Ю. Шматко).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Детально идентифицирован видовой состав диатомовых водорослей рода *Thalassiosira* Cl. из позднечетвертичных отложений Азовского моря.

Четыре вида (*T. lundiana*, *T. allenii*, *T. proschkinae*, *T. mediterranea*) впервые обнаружены на территории бассейна Азовского моря (к.б.н. Г. В. Ковалева, А. Е. Золотарева).

Проведено подробное изучение полихет (Polychaeta) моря Лаптевых и Новосибирского мелководья. Впервые для моря Лаптевых представлен видовой список полихет – представителей тралового зообентоса. Список включает в себя 84 таксонов, из которых 75 определено до вида (к.б.н. В. Л. Семин, А. И. Савикин).

Впервые проведен общий анализ хирудофауны Приазовья, насчитывающей 20 видов. Для фауны Нижнего Дона впервые приводится аннотированный список пиявок (Annelida: Hirudinea), составленный по оригинальным и литературным данным. В результате экспедиционных исследований в фауне Нижнего Дона обнаружено 6 видов, всего для фауны Дона в пределах Ростовской области известно 13 видов пиявок (к.б.н. И. В. Шохин, к.б.н., Н. И. Булышева).

На основе морфологической изменчивости, в том числе копулятивного аппарата и молекулярно-генетических данных, проведена ревизия голубянок подсемейства Polyommatae (Lepidoptera: Lycaenidae) (д.б.н. Б. В. Страдомский, Е. С. Фомина).

Впервые показано, что вопреки сложившимся представлениям (А.В. Че-ломина и др., 2007; Б.П. Богданов и др., 2015 и др.) желтобрюхая мышь *Sylvaemus fulvipectus* имеет усложненную филогенетическую структуру. Формированию такой структурированности на Юге России способствовало разделение ареала желтобрюхой мыши значительными водотоками, увеличивающими свой сток при таянии ледников, а также развитием Маныч-Керченского пролива (к.б.н. В. В. Стахеев, к.б.н. Н. В. Панасюк, д.б.н. Б. В. Страдомский, Е. С. Фомина).

Впервые за последние 50 лет проанализированы изменения видового состава, фенологии и распределения зимующих куликов на Юге России. Зарегистрирован рост видового (с 9 до 27 видов) и популяционного разнообразия куликов. Наиболее заметно увеличение зимней численности и количества зимних локаций у *Numenius arquata*, *Gallinago gallinago*, *Vanellus vanellus*, *Calidris alpina*, *Tringa ochropus*, *Recurvirostra avosetta*, *Pluvialis apricaria*. Сделан прогноз дальнейших изменений видового состава и численности куликов в зимний период в регионе (к.б.н. М. А. Динкевич).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)

Изучены агрохимические показатели разных биотопов с сухостепными почвами. Установлено, что по показателям плодородия почвы ключевых участков распределяются в ряду: каштановая солонцеватая почва (целинный биотоп) – лугово-каштановая почва (луговой биотоп) – каштановая карбонатная слабозосоленная (биотоп лесополосы) – солонец каштановый (биотоп залежи) – каштановая солонцеватая (пастбищный биотоп) – солончак гидроморфный (солончаковый биотоп) (к.с.-х.н. Л. П. Ильина).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Идентифицирована группа микроРНК, маркирующая гормон-зависимость клеток рака простаты (д.б.н. В. А. Тарасов, к.б.н. Е. А. Черногубова, Н. В. Бойко, к.б.н. М. А. Махоткин, д.м.н. М. И. Коган, д.м.н. М. Б. Чибичян, Е. Н. Черкасова, к.х.н. И. Е. Чукунов, А. В. Набока, А. Н. Машкаринина, М. Г. Тютякина, Д. А. Чеботарев).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Идентифицированы микроРНК, aberrantная экспрессия которых при действии мутагенов определяется метилированием промоторных участков генов (д.б.н. В. А. Тарасов, Н. В. Бойко, к.х.н. И. Е. Чукунов, А. В. Набока).

Основные публикации

Бирюкова С. В., Семин В. Л., Громов В. В. Состояние донных сообществ Таманского залива после постройки дамбы Тузла в Керченском проливе. Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 2. С. 53–67.

Горбунова И. А., Ребриев Ю. А. Новые сведения о биоте гастеромицетов Алтае-Саянской горной области. Растительный мир Азиатской России. 2016. № 2 (22). С. 3–7.

Ермолаев А. И. Обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*, Falconiformes, Falconidae) в колониальных поселениях грача (*Corvus frugilegus*, Passeriformes, Corvidae) в степных экосистемах долины Маныча. Зоологический журнал. 2016. Т. 95. № 4. С. 440–446.

Ефейкин Б. Д., Шматко В. Ю., Спиридонов С. Э. Сравнительная филогенетическая информативность отдельных участков рибосомального кластера пресноводных волосатиков (Gordiacae, Nematomorpha). Известия РАН. Серия биологическая. 2016. № 1. С. 31–41.

Калашиян М. Ю., Креджян Т. Л., Шохин И. В. О находках в Армении *Holochelus (Miltotrogus) brenskei* (Reitter, 1888) (Coleoptera, Scarabaeidae, Melolonthinae). Наука Юга России. Т. 12. № 4. С. 100–102.

Ковалева Г. В. История изучения микроводорослей Азовского моря. Обзор // Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 3. С. 52–62.

Краснова А. Н., Польшина Т. Н. Гибриды и аномалии рогозов (*Turpha* L., Turphaceae) юга Европейской России. Наука и образование. 2016. № 2 (82). С. 118–122.

Лебедева Н. В., Ломадзе Н. Х. Популяция серого гуся (*Anser anser*) на Западном Маныче в начале XXI века. Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 2. С. 68–81.

Мальцев А. Н., Стахеев В. В., Котенкова Е. В. Роль инвазий в формировании филогеографической структуры домового мыши *Mus musculus* некоторых территорий России и Ближнего Зарубежья. Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 2. С. 72–91.

Матишов Г. Г., Степаньян О. В., Харьковский В. М., Старцев А. В., Бульшиева Н. И., Семин В. В., Соьер В. Г., Кренева К. В., Глуценко Г. Ю., Сви-стуннова Л. Д. Особенности водной экосистемы Нижнего Дона в позднео-сенний период. Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 6. С. 620–632.

Набоженко М. В., Лебедева Н. В., Набоженко С. В., Лебедев В. Д. Таксон чернотелок-лихенофагов (Coleoptera, Tenebrionidae: Helopini) в экотоне «лес-степь». Энтомологическое обозрение. 2016. Т. 95. № 1. С. 137–152.

Набоженко М. В., Набоженко С. В. *Corbicula fluminalis* (O.F. Müller, 1774) – новый для российского сектора Каспийского бассейна вид двустворчатых моллюсков. Наука Юга России. 2016. № 1. С. 61–64.

Набока А. В., Махоткин М. А., Тютякина М. Г., Чукунов И. Е., Тарасов В. А., Матишов Д. Г. Транскрипционная и посттранскрипционная регуляции в aberrантной экспрессии микроРНК при обработке клеток HeLa митомицином С. Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 4. С. 57–64.

Панасюк Н. В., Алешина Е. Г. Накопление тяжелых металлов в моллюсках рода *Pseudanodonta* из Таганрогского залива и дельты Дона. Вода: химия и экология. 2016. № 2. С. 53–58.

Ребриев Ю. А. Гастеромицеты рода *Lycoperdon* в России. Микология и фитопатология. 2016. Т. 50. Вып. 5. С. 380–401.

Родимцев А. С., Ермолаев А. И. Особенности роста массы тела полуптенцовых и птенцовых птиц в гнездовой период. Зоологический журнал. 2016. Т. 95. № 7. С. 837–847.

Семин В. Л., Сикорский А. В., Коваленко Е. П., Бульшева Н. И. Вселение представителей рода *Marenzelleria* Mesnil, 1896 (Polychaeta: Spionidae) в дельту Дона и Таганрогский залив. Российский журнал биологических инвазий. 2016. Т. 9. № 1. С. 109–120.

Тарасов В. А., Бойко Н. В., Махоткин М. А., Шин Е. Ф., Тютякина М. Г., Чукунов И. Е., Набока А. В., Маишкарин А. Н., Кирпий А. А., Матишов Д. Г. Зависимость индуцированной митомицином С aberrантной экспрессии микроРНК от метилирования ДНК. Генетика. 2016. Т. 52. № 11. С. 1233–1240.

Тарасов В. А., Махоткин М. А., Шин Е. Ф., Бойко Н. В., Тютякина М. Г., Чукунов И. Е., Набока А. В., Маишкарин А. Н., Кирпий А. А., Матишов Д. Г. Изменение селекции нитей микроРНК при индукции повреждений ДНК. Доклады Академии наук. 2016. Т. 467. № 2. С. 226–228.

Фролова Е. А., Семин В. Л. Полихеты (Polychaeta) Карского и Печорского морей по данным траловой съемки 2012 года. Доклады Академии наук. Т. 469. № 3. С. 379–382.

Чукунов И. Е., Набока А. В. Роль метилирования ДНК в регуляции дифференциальной экспрессии микроРНК в канцерогенезе. Наука Юга России. 2016. Т. 12. № 4. С. 50–56.

Chang H., Nabozhenko M., Pu H., Xu L., Jia S., Li T. First record of fossil comb-clawed beetles of the tribe Cteniopodini (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) from the Jehol Biota (Yixian formation of China), Lower Cretaceous. Cretaceous Research. 2016. V. 57. P. 289–293.

Efeykin B. D., Schmatko V. Y., Spiridonov S. E. Comparative Phylogenetic Informativity of Single Ribosomal Cluster Regions in Freshwater Horsehair Worms (Gordiacea, Nematomorpha). Biology Bulletin. 2016. V. 43 (1). P. 34–41.

Ermolaev A. I. Common Kestrel (*Falco tinnunculus*, Falconiformes, Falconidae) in Colonial Settlements of Rook (*Corvus frugilegus*, Passeriformes, Corvidae) in Steppe Ecosystems of the Manych Valley. Biology Bulletin. 2016. V. 43 (8). P. 50–59.

Fedorenko G. M., Fedorenko A. G. Features ultrastructural organization of sensory neurons in the abdominal muscles receptor organs crayfish *Astacus leptodactylus*. *Cell and Tissue Biology*. V. 10(7). P. 567–574.

Frolova E. A., Syomin V. L. Polychaeta of the Kara and Pechora seas: Data of the 2012 trawl survey. *Doklady Biological Sciences*. 2016. V. 469 (1). P. 178–181.

Kalmykov N. P. Polymorphism and preadaptation of Horses (*Equus*) of the mountains surrounding Lake Baikal in Pleistocene. *Doklady Biological Sciences*. 2016. V. 467 (1). P. 59–62.

Korb S. K., Stradomsky B. V. On the finding of *Polyommatus icadius* (Groum-Gr-shimailo, 1890) (Lepidoptera: Lycaenidae) in the plains of the south-east of European Russia. *Russian Entomological Journal*. 2016. V. 23(3). P. 271–272.

Lysenko V., Fedorenko G., Fedorenko A., Kirichenko E., Logvinov A., Varduny T. Targeting of organelles into vacuoles and ultrastructure of flower petal epidermis of *Petunia* hybrid. *Brazilian Journal of Botany*. 2016. V. 39(1). P. 327–336.

Maltsev A. N., Stakheev V. V., Kotenkova E. V. Role of invasions in formation of phylogeographic structure of house mouse (*Mus musculus*) in some areas of Russia and the near abroad. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2016. V. 7(3). P. 255–267.

Marusik Yu. M., Omelko M. M., Ponomarev A. V. A survey of the Holarctic genus *Arctella* Holm, 1945 (Araneae: Dictynidae, Tricholathysinae), with the description of *Tricholathys ovtchinnikovi* sp. n. *Oriental Insects*. DOI: 10.1080/00305316.2017.1279086.

Matishov G. G., Stepan'yan O. V., Har'kovskii V. M., Startsev A. V., Bulysheva N. I., Semin V. V., Soier V. G., Kreneva K. V., Glushchenko G. Yu., Svistunova L. D. Characteristic of Lower Don Aquatic Ecosystem in Late Autumn. *Water Resources*. 2016. V. 43(6). P. 873–884.

Nabozhenko M. V., Lebedeva N. V., Nabozhenko S. V., Lebedev V. D. The taxocene of lichen-feeding darkling beetles (Coleoptera, Tenebrionidae: Helopini) in a forest-steppe ecotone. *Entomological Review*. 2016. V. 96(1). P. 101–113.

Özgen İ., Terskov E., Temizer A. Contribution of the knowledge of the families Acrididae and Gryllidae (Orthoptera: Insecta) of Harput Region (Elazığ/Turkey). *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*. 2016. V. 6 (4). P. 29–30.

Rodimtsev A. S., Ermolaev A. I. Characteristics of Body Mass Growth in Semi-altricial and Altricial Bird Species during the Nestling Period. *Biology Bulletin*. 2016. V. 43(9). P. 61–70.

Schröder S., Stradomsky B. V. “Blues and fashion”: a case of polymorphism in females of *Arhopala hercules herculina* from West Papua, Indonesia (Lepidoptera: Lycaenidae). *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo*. 2016. V. 37(2/3). P. 73–77.

Schröder S., Stradomsky B. V. Resolving the taxonomic status of *Hypochrysoptis hypocletus* Oberthür, 1880 (Lepidoptera: Lycaenidae). *Suara Serangga Papua (SUGAPA)*. 2016. V. 10(1). P. 30–35.

Syomin V. L., Sikorski A. V., Kovalenko E. P., Bulysheva N. I. Introduction of species of genus *Marenzelleria* Mensil, 1896 (Polychaeta: Spionidae) in the Don river delta and Taganrog Bay. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2016. V. 7(2). P. 174–181.

Tanasevitch A. V., Ponomarev A. V., Chumachenko Yu. A. A new species of Tenuiphantes Saaristo et Tanasevitch, 1996 (Aranei: Linyphiidae) from Adygea, the Caucasus, Russia. *Arthropoda Selecta*. 2016. V. 25(2). P. 217–218.

Tanasevitch A. V., Ponomarev A. V., Chumachenko Yu. A. Two new species of the subfamily Erigoninae from the Caucasus (Aranei: Linyphiidae). *Arthropoda Selecta*. 2016. V. 25(4). P. 423–426.

Tarasov V. A., Boyko N. V., Makhotkin M. A., Shin E. F., Tyutyakina M. G., Chikunov I. E., Naboka A. V., Mashkarina A. N., Kirpiy A. A., Matishov D. G. The miRNA aberrant expression dependence on DNA methylation in HeLa cells treated with mitomycin C. *Russian Journal of Genetics*. 2016. V. 52 (11). P. 1117–1123.

Tarasov V. A., Makhotkin, M. A., Shin E. F., Boiko N. V., Tyutyakina M. G., Chikunov I. E., Naboka A. V., Mashkarina A. N., Kirpii A. A., Matishov D. G. Change in the selection of microRNA strands during DNA damage induction. *Doklady Biochemistry and Biophysics*. 2016. V. 467(1). P. 99–101.

Tyutyunov Yu. V., Titova L. I. Simple models for studying complex spatiotemporal patterns of animal behavior. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2016. DOI: 10.1016/j.dsr2.2016.08.010.

Uzdensky A., Demyanenko S., Fedorenko G., Lapteva T., Fedorenko A. Protein Profile and Morphological Alterations in Penumbra after Focal Photothrombotic Infarction in the Rat Cerebral. *Molecular Neurobiology*. 2016. V. 53(5). DOI: 10.1007/s12035-016-9964-5.

Опубликовано: 98 статей, из них 63 на русском языке в российских журналах и 35 на иностранных языках в зарубежных журналах, 80 статей в сборниках материалов российских конференций и 12 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, одна монография на русском языке.

ИНСТИТУТ МОРСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО РАН

Директор – доктор биологических наук С. Б. Гулин

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Установлена моноцикличность в функционировании гемопоэтической ткани (эритроидный росток) у костистых рыб. Активная продукция эритроцитов происходит в постнерестовый период и наблюдается в течение 2-3 месяцев. Основной очаг эритропоэза сосредоточен в головной почке (про- и мезонефрос). В суспензии клеток этого органа обнаружено большое число мелких округлых клеток (7–10 мкм), морфологические особенности которых соответствуют колониеобразующим единицам (КОЕ) млекопитающих (д.б.н. А. А. Солдатов, к.б.н. А. Ю. Андреева, Т. А. Кухарева).

При помощи ТСХ, HPLC, FAB-MS, спектров в UV-VIS диапазоне и качественных реакций на присутствие химических групп впервые в суммарных экстрактах тканей *Anadara inaequalvis* (черноморская популяция) идентифицировано 6 каротиноидов: β-каротин, пектенол А, пектенолон (транс-

и цис- изомеры), зеаксантин, диатоксантин, аллоксантин, а также эфиры алло- и диатоксантинов. (к.б.н. А. В. Бородина, д.б.н. А. А. Солдатов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Описаны новые для науки виды инфузорий *Trophogemma colantonii* Ansari, Guidi, Dovgal, Balsamo et Semprucci, 2016, и *Loricophrya bosporica* Sergeeva et Dovgal, 2016, – эпibiонт неизвестного вида свободноживущей нематоды *Theristus* sp., обитающей на глубине 300 м в условиях аноксии, сопряженной с сероводородным загрязнением. В составе донной фауны Азовского моря впервые для этого региона зарегистрированы три вида мягкораковинных фораминифер (*Bellarium rotundum*, *Vellaria* cf. *pellucida*, *Psammophaga simplora*) (д.б.н. Н. Г. Сергеева, д.б.н. И. В. Довгаль).

На основе морфологических, гистологических и молекулярно-генетических данных описан новый для Черного моря вид миксоспоридий *Henneguya sinova* Özer, Özkan, Gürkanlı, Yurakhno, Çiftçi, 2016, – паразит жабр длиннощупальцевой морской собачки *Parablennius tentacularis*. Впервые с помощью генетических маркеров (18S, 28S рДНК) исследован вид возбудителя миксоболезиса кефалевых рыб – миксоспоридии *Muxobolus parvus* от остроноса *Liza saliens*, обитающего в Черном море. Близкими гаплотипами к этому виду оказались актиноспорейные формы *Triactinomyxon* sp. и *Endocapsa* sp., паразитирующие у олигохет. Данный факт указывает на наличие промежуточного хозяина в жизненном цикле этого патогенного паразита (к.б.н. В. М. Юрахно).

Впервые описан кариотип нового для Черного моря вида-вселенца лысуна Бата *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982, и исследована его роль как конкурента нативным рыбам в трофической цепи прибрежных биоценов Крымского полуострова. Описана первая находка в прибрежных водах Грузии чужеродного вида зеленой тигровой креветки *Penaeus semisulcatus*, изучены особенности биологии, экологии и распространения вида в пределах нативного ареала и в Черном море (к.б.н. А. Р. Болтачев).

Составлен наиболее полный на сегодняшний день реестр светящегося планктона Мирового океана, приведены характеристики светоизлучения его отдельных групп и показано влияние антропогенных факторов на биолюминесценцию массовых видов планктонтов разного филогенетического уровня (д.б.н. Ю. Н. Токарев, к.б.н. О. В. Машукова).

На основе исследования изменчивости митохондриального гена *cytb* у европейского анчоуса предложена новая модель его исторического расселения и формирования двух клад в пределах данного вида. Разделение европейского анчоуса на две клады произошло в Атлантическом океане в результате частичной изоляции популяций Северо-Атлантическим течением (Е. А. Водясова).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Впервые исследовано генетическое разнообразие T4-подобных вирусов семейства *Myoviridae* в сопредельных биомах водоемов разной солености Крыма. Показаны наибольшая обособленность сообщества из гиперсоле-

ного озера и расположение остальных проб в соответствии с градиентом убывания солености. Подтверждены гипотезы об: а) изолированности микробиоты разных биомов и б) транс-биомных инвазиях Т4-бактериофагов как относительно редком явлении (к.б.н. В. С. Муханов).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Впервые для Черного моря на основе массива новых биооптических данных с высоким спектральным разрешением в пределах видимого диапазона излучения проведена параметризация коэффициентов поглощения света пигментами фитопланктона с концентрацией хлорофилла «а» в пределах видимого диапазона излучения. Выявлены сезонные отличия, связанные с составом и концентрацией пигментов в клетках микроводорослей, внутригодовая изменчивость которых обусловлена внутригодовой динамикой гидрофизических условий среды существования фитопланктона в верхнем квазиоднородном слое. Ассимиляция новых зависимостей в региональный алгоритм оценки концентрации хлорофилла «а» в поверхностном слое Черного моря на основе спутниковой информации позволила значительно повысить точность модельных оценок содержания пигментов фитопланктона по данным ДЗЗ (дистанционное зондирование Земли) (к.б.н. Т. Я. Чурилова, к.б.н. О. В. Кривенко, Т. В. Ефимова, Н. А. Мусеева).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Разработана радиотрассерная методология оценки предельно допустимого поступления в водоемы загрязняющих веществ с учетом их экотоксичности и способности морской среды к самоочищению (д.б.н. С. Б. Гулин, ак. В. Н. Егоров).

Определено, что при антропогенном воздействии, превышающем кондиционирующую способность морской среды, черноморские экосистемы перешли от резистентного к компенсационному гомеостазу, что особенно характерно для критических зон (ак. В. Н. Егоров, д.б.н. С. Б. Гулин).

Оценены седиментационные потоки депонирования ряда природных и антропогенных радионуклидов (^{210}Po , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am) в геологических депо черноморских акваторий, оценена роль радионуклидов ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{234}Th , ^{40}K как природных трассеров биогеохимических процессов. Установлено, что самоочищение экосистемы Азовского моря от черноморских радионуклидов происходит значительно быстрее по сравнению с Черным морем. Полученные данные свидетельствуют о том, что прекращение подачи в Крым днепровской воды через Северо-Крымский канал уменьшило вынос техногенных радионуклидов, прежде всего ^{90}Sr , из бассейна реки Днепр в Черное море (ак. В. Н. Егоров, к.б.н. Н. Ю. Мирзоева, д.б.н. С. Б. Гулин).

Впервые проведено сравнительное исследование содержания техногенных радионуклидов в разных группах соленых озер Крымского полуострова. Установлено, что одним из основных источников их радиоактивного загрязнения являлся Северо-Крымский канал, который до апреля 2014 года

приносил в Крым днепровскую воду с высоким содержанием радионуклидов чернобыльского происхождения (к.б.н. Н. Ю. Мирзоева, О. Н. Бей, д.б.н. С. Б. Гулин).

Разработана методика компьютерного анализа видеозаписей метановой разгрузки дна, позволяющая количественно оценить пополнение бюджета метана в воде Черного моря (10^9 м³/год) (к.б.н. Ю. Г. Артемов, Д. Б. Евтушенко).

Направление 62. Биотехнология

Оптимизированы условия двухстадийного культивирования зеленой микроводоросли *Coelastrella rubescens* и предложен лабораторный регламент получения ее биомассы, как источника двух широко востребованных рынком продуктов: каротиноидов группы астаксантина и липидов, отвечающих техническим требованиям европейского стандарта EN14214 к сырью для производства биодизеля (к.б.н. Г. С. Минюк).

Для разработки биотехники получения полиплоидов гигантской устрицы *Crassostrea gigas* определена хронология стадий мейоза в оплодотворенных яйцеклетках гигантской устрицы при оптимальной для нереста температуре воды (к.б.н. А. В. Пиркова).

Основные публикации

Токарев Ю. Н., Евстигнеев П. В., Машукова О. В. Планктонные биолюминесцентные Мирового океана: видовое разнообразие, характеристики светоизлучения в норме и при антропогенном воздействии. Севастополь, Орианда, 2016. 345 с.

Бородина А. В. Влияние пищевой депривации на трансформацию каротиноидов у двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2016. Т. 52 (4). С. 255–262.

Бородина А. В., Солдатов А. А. Качественный состав и сезонная динамика каротиноидов в тканях двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Биология моря. 2016. Т. 42 (2). С. 142–152.

Головина И. В., Гостюхина О. Л., Андреев Т. И. Особенности метаболизма в тканях моллюска-вселенца в Черное море *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (Bivalvia: Arcidae). Российский журнал биологических инвазий. 2016. (1). С. 53–66.

Гулин С. Б., Мирзоева Н. Ю., Лазоренко Г. Е., Егоров В. Н., Трапезников А. В., Сидоров И. Г., Проскурнин В. Ю., Поповичев В. Н., Бей О. Н., Родина Е. А. Современная радиологическая ситуация, связанная с режимом функционирования Северо-Крымского канала. Радиационная биология. Радиэкология. 2016. Т. 56 (6). С. 647–654.

Карнова Е. П. Чужеродные виды в пресноводной ихтиофауне Крыма. Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 3. С. 47–60.

Кухарева Т. А., Солдатов А. А. Функциональная морфология эритроидных элементов крови *Neogobius melanostomus* P. в процессе клеточной дифференцировки. Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2016. Т. 52 (3). С. 233–238.

Минюк Г. С., Челебиева Э. С., Чубчикова И. Н., Данцюк Н. В., Дробецкая И. В., Сахонь Е. Г., Чивкунова О. Б., Чеканов К. А., Лобакова Е. С., Сидоров Р. А., Соловченко А. Е. Влияние pH и CO₂ на рост и метаболизм зеленой микроводоросли *Coelastrella (Scotiellopsis) rubescens*. Физиология растений. 2016. Т. 63 (4). С. 601–610.

Муханов В. С., Рылькова О. А., Сахонь Е. Г., Бутина Т. В., Белых О. И. Пересечение границ биомов фемтопланктоном // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 313–321.

Andreyeva A. Y., Soldatov A. A., Mukhanov V. S. The influence of acute hypoxia on the functional and morphological state of the black scorpionfish red blood cells. In *Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*. 2016. p. 1–8.

Bey O. N., Proskurin V. Yu., Gulin S. B. Measurement of the ¹³⁷Cs concentration by its own β-radiation using liquid scintillation spectrometry. *Radiochemistry*. 2016. V. 58 (2). P. 167–170.

Boltachev A., Karpova E., Vdodovich I. Distribution, Biological and Ecological Characteristics of Alien Species *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982 (Gobiidae) in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2016. V. 16 (1). P. 113–122.

Gulin S. B., Egorov V. N. Radioactive tracers in the Black Sea: a tool for environmental assessment and ecological regulation. In: *Genetics, Evolution and Radiation: Crossing Borders, the Interdisciplinary Legacy of Nikolay W. Timofeeff- / Korogodina V. L., Mothersill C. E., Inge-Vechtomo S. G., Seymour, C.B. (Eds.)*. Springer International Publishing, 2016. P. 303–313.

Özer A., Özkan H., Gürkanlı C. T., Yurakhno V., Çiftçi Y. Morphology, histology and phylogeny of *Henneguya sinova* sp. nov. (Myxobolidae: Myxozoa) infecting gills of *Parablennius tentacularis* in the Black Sea, Turkey. *Diseases of Aquatic Organisms*. 2016. V. 118 (3). P. 207–215.

Özer A., Kornyychuk Y. M., Yurakhno V., Öztürk T. Seasonality and host-parasite interrelationship of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda) in whiting *Merlangius merlangus* off the southern and northern coasts of the Black Sea. *Helminthologia*. 2016. V. 53 (3). P. 248–256.

Özer A., Gürkanlı C. T., Özkan H., Acar G., Çiftçi Y., Yurakhno V. Molecular characterization and morphological aspects of *Myxobolus parvus* (Myxozoa) from *Liza saliens* (Mugilidae) off the Turkish Black Sea coasts. *Parasitology Research*. 2016. V. 115 (9). P. 3513–3518.

Petrov A., Gerasev P., Popyuk M., Dmitrieva E. Haptoral neuromusculature in two species of *Dactylogyrus* Diesing, 1850 (Monogenea: Dactylogyridae). *Systematic Parasitology*. 2016. V. 93 (4). P. 337–354.

Pascual M., Rossetto M., Ojea E., Milchakova N., Giakoumi S., Kark S., Korolesova D., Melia P. Socioeconomic impacts of marine protected areas in the Mediterranean and Black Seas. *Ocean & Coastal Management*. 2016. V. 133. P. 1–10.

Sergeeva N. G., Dovgal I. V. *Loricophrya bosporica* n. sp. (Ciliophora, Suctorrea) epibiont of *Desmoscolex minutus* (Nematoda, Desmoscolecida) from oxic/anoxic boundary of the Black Sea Istanbul Strait's outlet area. *Zootaxa*. 2016. V. 4061 (5). P. 596–600.

Shadrin N. V., EL-Shabrawy G. M., Anufrieva E. V., Goher M. E., Ragab E. Long-term changes of physicochemical parameters and benthos in Lake Qarun

(Egypt): Can we make a correct forecast of ecosystem future? Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2016. Vol. 9 (417). Artcl no. 18 (11 p.).

Suslin V., Churilova T. The Black Sea regional algorithm of separation of light absorption by phytoplankton and colored detrital matter using ocean color scanner's bands from 480–560 nm. International Journal of Remote Sensing. 2016. V. 37 (18). P. 4380–4400.

Teixeira H., Berg T., Uusitalo L., Fürhaupter K., Mazik K., Lynam C., Neville S., Rodriguez J. G., Papadopoulou N., Moncheva S., Churilova T., Kryvenko O., Krause-Jensen D., Andersen J. H., Zaiko A., Verissimo H., Pantazi M., Rossberg A. G., Carvalho S., Heiskanen A. S., Herman P., Beauchard O., Patricio J., Uyarra M. C., Borja A. A catalogue of marine biodiversity indicators. Frontiers in Marine Science. 2016. V. 3, article 207.

Watson Ch., Carvajal J. I., Sergeeva N. G., Pleijel F., Rouse G. W. Free-living calamyzin chrysopetalids (Annelida) from methane seeps, anoxic basins, and whale falls. Zoological Journal of the Linnan Society. 2016. V. 177 (4). P. 700–719.

Опубликовано: 7 монографий на русском языке, 6 глав в монографиях на иностранном языке, 4 сборника конференций, 160 статей, из них 106 на русском языке в российских журналах и 54 на иностранных языках в зарубежных журналах, 211 статей и 52 тезисов докладов в сборниках материалов российских конференций и 29 тезисов докладов в сборниках материалов зарубежных конференций.

КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ им. Т. И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК РАН

Врио директора – кандидат географических наук Р. В. Горбунов

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Начаты исследования по изучению митохондриальной активности в эритроцитах некоторых черноморских рыб. Изучены скорости поглощения кислорода в суспензиях эритроцитов двух видов черноморских рыб – морского кота (*Dasyatis pastinaca* L.) и скорпены (*Scorpaena porcus* L.). Проведенные исследования показали высокий энергетический потенциал митохондрий эритроцитов скорпены и морского кота.

Особенности белкового состава ядер эритроцитов некоторых хрящевых и костистых черноморских рыб методом ПААГ показали сходство полипептидных профилей электрофореграмм двух видов рыб. При секвенировании белковых фракций у ската обнаружены два H3 гистона и H2В гистон. У ставриды идентифицированы H2В и два H4 гистона. Проведенные исследования показали, что гистоны, идентифицированные в ядрах эритроцитов хрящевых и костистых рыб, имеют аналогичные характеристики при сравнении их с гистонами эритроцитов и других тканей холоднокровных и теплокровных животных (к.б.н. Ю. А. Силкин). *Направление 52. Биологи-*

ческое разнообразие

Изучены морфология и филогенетическое положение пеннатных диатомовых водорослей навикулодных родов *Diadasmus* и *Humidophila* на основе баркодингового региона V4 18S рРНК. Согласно выполненному филогенетическому анализу представители из родов *Diadasmus* и *Humidophila* формируют две группы, образованные этими родами. Положение данных клад свидетельствует о том, что выделение нового рода *Humidophila* из рода *Diadasmus* по морфологическим данным было оправданным. Однако данные две группы эволюционно не являются близкими, что, возможно, ставит под сомнение помещение родов *Diadasmus* и *Humidophila* в одно семейство *Diadasmidaceae* D. G. Mann (к.б.н. Н. А. Давидович).

Получены новые данные по репродуктивной биологии недостаточно изученных представителей герпетофауны Крыма: тритона Карелина, *Triturus karelinii* (Amphibia, Salamandridae) и желтопузика, *Pseudopus apodus* (Reptilia, Anguillidae); установлен набор морфометрических параметров, значимых для идентификации пола. В Крыму впервые выявлен митохондриальный гаплотип *P. ridibundus* (н.с. О. В. Кукушкин).

При изучении орнитологического разнообразия Юго-Восточного Крыма получены данные о численности и распространении 67 гнездящихся видов птиц, в том числе 32 – на территории Карадагского заповедника, в числе которых 5 внесены в Красную Книгу РФ и 10 – Крыма. Впервые отмечен залет на территорию заповедника во время весенней миграции журавля-красавки (*Anthropoides virgo*). Получены первые в Крыму данные о трофических связях нового для Крыма вида – сипухи (*Tyto alba*) (к.б.н. М. М. Бескаравайный).

В фауне Карадагского заповедника отмечено 344 вида пауков. Составлен аннотированный список видов. Впервые для Карадагского природного заповедника отмечены 79 видов. Впервые для Крыма на территории заповедника зарегистрированы 17 видов, а два вида – также впервые для всей территории бывшего Советского Союза. По количеству известных видов пауков Карадагский заповедник среди заповедников России занял четвертое место. Для 80 видов пауков особенности сезонной динамики активности половозрелых особей выявлены впервые (к.б.н. Н. М. Ковблюк).

В Казантипском природном заповеднике найдено 109 видов пауков. Из них 66 видов зарегистрированы здесь впервые. В Крыму впервые зарегистрированы два вида рода *Rhysodromus*: *R. fallax* (Sundevall, 1833) и *R. histrio* (Latreille, 1819). Установлены 24 новые комбинации и одна новая синонимия. Новый вид *Pulchellodromus navarrus* sp.n. описан из Наварры (Испания) (к.б.н. Н. М. Ковблюк).

Описаны как новые для науки виды из семейств моли-чехлоноски (2 вида), злаковые моли-минеры (1 вид), моли-меезииды (2 вида, 1 новая самка и один вид восстановлен из синонимов) и листовертки (1 подвид). Кроме того, был впервые в Крыму обнаружен новый опаснейший вредитель самшита – самшитовая огневка (*Cydalimia perspectalis*), который в 2006 году был интродуцирован в Европу из Восточной Азии (к.б.н. Ю. И. Будашкин).

При изучении фенологии и биологии чешуекрылых региональной фауны проведены учеты фенологии и динамики численности 635 видов. Собраны

новые данные по биологии и жизненным циклам примерно 35 видов чешуекрылых, в основном, молей-чехлоносок (к.б.н. Ю. И. Будашкин).

Создан кадастр видов складчатокрылых ос (Hymenoptera, Vespidae) фауны Крыма на материале изученных ранее коллекций и литературных данных (к.б.н. А. В. Фатерыга).

При изучении биологии гнездования отдельных видов одиночных складчатокрылых ос (Hymenoptera, Vespidae) и пчел-мегахилид (Hymenoptera, Megachilidae) впервые найдены и исследованы гнезда одного вида ос – *Leptochilus membranaceus* и одного вида пчел – *Hoplitis princeps* (к.б.н. А. В. Фатерыга).

Установлен видовой состав ос-немок (Hymenoptera, Mutillidae) фауны Крыма (38 видов, из которых один новый для региона) (к.б.н. А. В. Фатерыга).

При изучении орхидных флоры Крыма впервые найден ранее не описанный межвидовой гибрид *Ophrys apifera* × *O. oestrifera*. (к.б.н. А. В. Фатерыга).

Подтверждено произрастание в Крыму растения *Holosteum marginatum*, ранее известного только по литературным указаниям, считавшимся сомнительными (к.б.н. А. В. Фатерыга).

На территории природного ботанического заказника Тепе-Оба обнаружены две новые популяции редкого охраняемого вида *Ophrys oestrifera* и одна – *O. apifera*. Получены данные по эколого-ценотической структуре растительных сообществ с участием этих видов, численности и структуре популяций; дана оценка состояния популяций, отмечены факторы угроз существованию этих редких видов на данной территории (к.б.н. В. Ю. Летухова, к.б.н. И. Л. Потапенко).

Предложены пути оптимизации зеленых насаждений различного функционального назначения в населенных пунктах Юго-Восточного Крыма (к.б.н. И. Л. Потапенко).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Подведены итоги многолетних (1986–2016 гг.) исследований воздействия жизнедеятельности дикого кабана на почвенно-растительные компоненты экосистем Карадагского природного заповедника. Определена роль растительного компонента в рационе кабана. Установлено, что его кормовая база включает различные части (корни, плоды, зелень и т. д.) 156 видов сосудистых растений, из которых 20 относятся к первостепенным кормам кабана, 58 – второстепенным, 78 – случайным. В числе растений, повреждаемых кабаном, 24 вида – редкие, включенные в различные охраняемые списки (ККРК, ККРФ) (за их состоянием ведутся мониторинговые наблюдения) (к.б.н. Л. П. Миронова).

Направление 62. Биотехнология

Продолжены исследования жизненных циклов и систем воспроизведения бентосных пениатных диатомовых водорослей, включая представителей шовных и бесшовных. При этом описано (и представлено в публикациях) половое воспроизведение у *Haslea provincialis* Gastineau, Hansen &

Mouget, Schizostauron sp., Ulnaria acus (Kützing) Aboal. Получено половое воспроизведение у *Climaconeis scalaris* (Brébisson) E.J. Cox. и *Haslea silbo ad int.* из Тирренского моря (Неаполитанский залив) (к.б.н. Н. А. Давидович).

Выделены из природных проб (клоновое выделение) и введены в культуру *Ardissonaea crystallina* (C. Agardh) Grunow из Черного моря, популяции в бухте Казачья (г. Севастополь) и в районе Карадага; *Coscinodiscus* spp. из Адриатического моря, Черного моря (Карадаг), Охотского моря; *Dimeregramma* sp., Атлантический океан (побережье Южной Африки); *Haslea provincialis* из Адриатического моря; пресноводные виды *Asterionella formosa* Hassall, Россия, оз. Телецкое, и *Eunotia* sp., Южная Каролина, США. В регулярно пересеваемых культурах в живом виде поддерживаются 247 штаммов морских и 191 штамм пресноводных диатомовых водорослей (к.б.н. Н. А. Давидович).

Описаны половое воспроизведение у *Schizostauron* (диатомовые) и предварительная филогения рода. Сделан обзор жизненного цикла у монорафидных диатомовых рода *Schizostauron* Grunow. Изучено половое воспроизведение *Ulnaria acus*, клоны которой показали способность исключительно к гетероталлическому способу полового воспроизведения. Для некоторых гамет (предположительно мужских) показана способность к вращению с помощью псевдоподиеподобных структур. Полученные данные показывают, что *U. acus* относится к категории IA2b в системе Гейтлера (Geitler, 1973), классифицирующей модели полового воспроизведения и аукоспорообразования у диатомовых (м.н.с. Ю.А. Подунай).

Направление 42. Локационные системы, геоинформационные технологии и системы

Разработан стенд для формирования и регистрации акустических сигналов морских млекопитающих, который позволяет осуществлять двухканальный вывод аналоговых сигналов с частотой преобразования ЦАП до 100 кГц и с частотой переключения каналов до 100 кГц на гидрофоны. Также имеется возможность осуществлять многоканальный ввод аналоговых сигналов (до восьми) с гидрофонов (или иного источника аналоговых сигналов) с частотой преобразования АЦП до 3 МГц и с частотой переключения каналов до 3 МГц. Полученные с АЦП данные могут непрерывно записываться в ОЗУ ПК в реальном времени. Стенд является универсальным измерительным устройством, может использоваться как осциллограф, регистратор и анализатор спектра. Высокое быстродействие позволяет исследовать быстротекающие процессы и широкополосные сигналы. Дуплексный обмен информацией между ПК и модулем может осуществляться непрерывно в реальном времени. Была проведена регистрация акустических сигналов дельфинов. Полученные данные обрабатываются (к.б.н. М. А. Поляков).

При влиянии акустического экранирования подбородочных каналов дельфина на слуховые пороги обнаружения акустических импульсов с максимумами энергии на разных частотах установлено, что подбородочные каналы играют роль новых наружных слуховых проходов, они участвуют в приеме и проведении звуков в жировой тяж мандибулярного канала во

всем диапазоне частот слуха дельфина. По жировому тяжу звуки передаются на латеральную стенку барабанной кости, т. е. на среднее ухо и на улитку, что согласуется с известными работами. Результаты данного исследования дают основания предположить, что подобный новый периферический отдел слуха имеется у всех зубатых китов (Odontoceti) ввиду подобия их морфологии (к.б.н. В. А. Рябов).

Направление 79. Физические и химические процессы в атмосфере, включая ионосферу и магнитосферу Земли, криосфере и на поверхности Земли; механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов

Выявлены типы и составлен календарь погодных, циркуляционных и сезонных состояний ландшафтных комплексов территории Юго-Восточного Крыма на примере Карадагского ландшафтно-экологического стационара за 2016 год. На основе космических снимков составлены карты морфометрии рельефа (крутизна, экспозиция, кривизна), карта наземного покрова Юго-Восточного Крыма. Подготовлены и наложены на топографическую основу слои карт компонентов ландшафтов. Построена ландшафтная карта-гипотеза на уровне сложных урочищ (к.г.н. Р. В. Горбунов).

Направление 77. Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества

Максимальная концентрация приземного озона в 2016 году зафиксирована 20 мая – 181 мкг/м³, и в течение 17 часов она превысила ПДК ВОЗ на 21 мкг/м³. За период с 2007 по 2015 год многолетний суточный ход концентрации приземного озона наблюдался с 7.00, достигал максимума с 14.00 до 15.00, а затем постепенно снижался. Наибольшая амплитуда концентрации приземного озона фиксируется в летние месяцы, наименьшая – в осенне-зимний период. Концентрации первичных загрязнителей воздуха – оксидов углерода, азота – в течение всего года была ниже предельно допустимых уровней (н.с. В. А. Лапченко).

Основные публикации

Bidzilya O., Budashkin Yu., Gaedike R. A revision of the Eudarcia glaseri-species group (Lepidoptera, Meesiidae) with description of two new species from Greece and Crimea // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4179, N 3. P. 547–560.

Davidovich, O. I., Davidovich, N. A., Podunay, Yu. A., Shorengo, K. I., Witkowski, A. Effect of salinity on vegetative growth and sexual reproduction of algae from the genus Ardissona de Notaris (Bacillariophyta) // *Russian Journal of Plant Physiology*. 2016. Vol. 63, N 6. P. 776–782.

Gastineau, R., Hansen, G., Davidovich, N. A., Davidovich, O., Bardeau, J.-F., Kaczmarek, I., Ehrman, J. M., Leignel, V., Hardivillier, Y., Jacqueline, B., Poulin, M., Morançais, M., Fleurence, J., Mouget, J.-L. A new blue-pigmented hasleoid diatom, *Haslea provincialis*, from the Mediterranean Sea // *European Journal of Phycology*. 2016. Vol. 55, N 2. P. 156–170.

Kastrygina Z. A., Kovblyuk M. M. The spider genus *Rhysodromus* Schick, 1965 in the Crimea (Aranei: Philodromidae) // *Arthropoda Selecta*. 2016. Vol. 25, N. 3. P. 283–292.

Lelej A. S., Fateryga A. V., Ivanov S. P. The velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae) of the Crimean Peninsula // *Far Eastern Entomologist*. 2016. N 314. P. 1–24.

Mauss V., Fateryga A. V., Prosi R. Taxonomy, distribution and bionomics of *Celonites tauricus* Kostylev, 1935, stat. n. (Hymenoptera, Vespidae, Masarinae) // *Journal of Hymenoptera Research*. 2016. Vol. 48. P. 33–66.

Pysanets Ye., Kukushkin O. Amphibians of the Crimea / NAS of Ukraine, National Museum of Natural History. Kyiv, 2016. 320 p.

Ryabov V.A. The effect of acoustic shielding the region of a dolphin's mental foramina on its hearing sensitivity // *St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics*. 2016. Vol. 2, N 3. P. 240–246.

Shorenko, K. I., Davidovich, N. A., Kulikovskiy, M. S., Davidovich, O. I. The species boundaries and biogeography of two closely related diatom species: *Nitzschia longissima* (Breb.) Grunow, 1862 and *N. rectilonga* Takano, 1983 // *Inland Water Biology*. 2016. Vol. 9, N 1. P. 18–26.

Опубликовано: 3 монографии, из них одна – на иностранном языке, 1 учебник на русском языке, 75 статей, из них 34 на русском языке в российских журналах и 17 на иностранных языках в зарубежных журналах, 24 статьи в сборниках материалов российских конференций, 188 очерков в Красной книге Республики Крым, 2015, 2016 гг.

Дальневосточное отделение РАН

Биолого-почвенный институт
Дальневосточного отделения РАН
Директор – академик РАН Ю. Н. Журавлев

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

В составе международного коллектива выполнена расшифровка полного генома дальневосточного леопарда и проведено сравнение с геномами 18 других видов млекопитающих. Проведенный анализ позволил выявить участки генома, связанные с приспособленностью к хищному образу жизни. Подтверждена недавняя редукция генетического разнообразия у кошачьих, вызванная, вероятно, их особой экологической нишей – нишей узко-специализированных хищников (к.б.н. О. В. Уфьркина, к.б.н. А. В. Костыря).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Установлено, что на юге Дальнего Востока России в условиях глобального изменения климата увеличивается число лесных пожаров и экстремальных гидрологических событий, которые приводят к снижению биологического разнообразия пресноводных сообществ, эвтрофикации и ухудшению качества поверхностных вод. Показана необходимость сохранения и вос-

становления лесного фонда, играющего ключевую роль в стабилизации гидрологического и гидробиологического режимов водных объектов региона (чл.-к. В. В. Богатов совместно с ДВФУ).

Направление 52. Биологическое разнообразие

В результате реализации крупного международного проекта опубликованы 2 монографии на английском языке, в которых впервые обобщены данные по птицам (435 видов) и прямокрылым насекомым (172 вида) юга Приморского края и полуострова Корея и выявлены общие закономерности изменения таксономического состава и долговременные тренды динамики популяций птиц и насекомых в этой части Азиатско-Тихоокеанского региона (д.б.н. С. Ю. Стороженко, д.б.н. А. А. Назаренко, к.б.н. Т. В. Гамова, д.б.н. В. А. Нечаев, С. Г. Сурмач, А. Б. Курдюков).

Проведен комплекс исследований паразитических червей рыб Евразийского региона. Показано, что 137 видов трематод 20 семейств паразитируют у пресноводных рыб юга ДВ России, образуя фауну смешанного типа, включающую представителей 6 фаунистических комплексов. На основании морфологии и генетики выделено 7 видов, новых для науки, среди которых паразиты выюновых, кефалевых и окунеобразных. По результатам исследования глобальной митохондриальной филогеографии *Gyrodactylus arcuatus* паразита трехиглой колюшки выделено две аллопатрические клады – Европейская и Северная (д.б.н. В. В. Беспрозванных, к.б.н. А. В. Ермоленко, М. В. Шедько, к.б.н. Д. М. Атопкин, А. Ю. Белодед).

При проведении таксономических ревизий членистоногих пресных и интерстициальных вод российского Дальнего Востока и сопредельной территории описаны 1 новый для науки род и 4 вида ракообразных, 3 новых для науки вида водяных клещей и 6 видов комаров-звонцов. Переописаны 12 редких видов хирономид, 4 – веснянок, 3 – поденок. Для 18 видов водных насекомых впервые описаны преимагинальные стадии развития. На основании данных молекулярно-генетического анализа проведена идентификация личинок 5 видов 2 родов комаров-звонцов и поденок с имагинальными стадиями развития (д.б.н. Т. М. Тунова, д.б.н. В. А. Тесленко, к.б.н. К. А. Семенченко, к.б.н. Д. А. Сидоров, к.б.н. О. В. Орел, М. А. Макаренченко, д.б.н. Е. А. Макаренченко).

Опубликован полный каталог чешуекрылых российского Дальнего Востока, который включает 4871 вид из 1609 родов и 85 семейств. В монографии обобщены все данные по систематике, биологии и распространению родов и видов за 150 лет их изучения. Книга послужит основой для решения перспективных задач детального изучения региональных фаун, особо охраняемых природных территорий, фаунистических комплексов агроценозов, выявления и мониторинга хозяйственно важных и инвазивных чешуекрылых (д.б.н. Е. А. Беляев, д.б.н. М. Г. Пономаренко, к.б.н. С. А. Шабалин).

В рамках концепции взаимоотношений «хищник–жертва» как важного фактора фенотипической эволюции впервые выявлены и рассмотрены на молекулярном уровне 2 вида защитной стратегии у крупных наземных моллюсков *Bradybaenidae* по отношению к жукам-малакофагам. Показано, что обе альтернативные стратегии эффективны, связаны с особенностями мор-

фологии раковины и возникают независимо в континентальной и островной частях Северо-Восточной Азии, вызывая фенотипическое разнообразие брадибенид. Впервые установлено, что все виды семейства на юге российского ДВ принадлежат роду *Karafiohelix* (к.б.н. Л. А. Прозорова).

Направление 53. Общая генетика

Подходы современной геномики применены для анализа связей между накоплением генетических различий в процессе дивергенции популяций и поддержанием репродуктивной изоляции. Впервые сопоставлены геномы из европейской и сибирской гибридных зон черной и серой ворон – хрестоматийного случая естественной гибридизации. Детальный анализ полных геномов 124 птиц из 10 популяций со всего ареала видового комплекса позволил обнаружить закономерности распределения в популяциях единичных нуклеотидных замен (SNP) и локализовать пики дифференциации на хромосомах. В каждой из зон вторичного контакта обнаружены специфические участки генома – «островки видообразования» – с признаками отбора по разным генам меланогенеза, что ограничивает потоки генов. Работа проясняет генетические основы начальных стадий видообразования (д.б.н. А. П. Крюков совместно с сотрудниками Университетов Уппсалы и Стокгольма, Швеция).

Установлено, что в природе гибридизация калуги и амурского осетра происходит в одном направлении – калуга (♀) × амурский осетр (♂). В Китае для производства их промышленных гибридов используются оба варианта скрещиваний. Поэтому, основываясь на выявленной картине, можно достаточно просто и эффективно производить фиксации случаев намеренного или случайного выпуска в систему р. Амур промышленных гибридов калуги и амурского осетра, а также оценивать степень «загрязнения» ими естественных популяций этих осетров (к.б.н. С. В. Шедько, М. Б. Шедько).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Впервые систематизированы материалы, характеризующие почвенный покров Сихотэ-Алинского биосферного заповедника. Рассмотрены природные условия почвообразования, представлена подробная характеристика почв: аны морфологическое описание почв, их минералогический и гранулометрический составы, физико-химические характеристики и валовой состав по профилю почв, описаны содержание и фракционный состав гумуса, органического вещества и микроэлементов. Выделены редкие и эталонные почвы зоны хвойно-широколиственных лесов Сихотэ-Алиня. Составлена почвенная карта м-ба 1:100 000 (АТЛАС ПОЧВ) (д.б.н. Н. М. Костенков, О. М. Голодная, к.б.н. Е. А. Жарикова).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Впервые изучены редокс-зависимые пути регуляции вторичного метаболизма в трансгенных культурах. Показано, что ген *rolB* – известный индуктор вторичного метаболизма – значительно активизирует экспрессию генов НАДФН-оксидаз – основных поставщиков активных форм кислорода (АФК)

в клетке. Способность стимулировать биосинтез вторичных метаболитов также установлена для нативной и мутантной формы гена кальций-зависимой протеинкиназы AtCPK1, которая активирует НАДФН-оксидазы. Таким образом, *rolB*- и CDPK-опосредованная активация НАДФН-оксидаз является одним из вероятных механизмов их действия на вторичный метаболизм трансформированных клеток растений. Выявлено селективное действие гена *rolB* на транскрипционные факторы. Полученные результаты являются первым примером метаболической инженерии растений посредством влияния на редокс-статус клеток (к.б.н. Ю. Н. Шкрыль, к.б.н. Г. Н. Веремейчик, Д. С. Махазен, С. А. Силантьева, чл.-к. В. П. Булгаков).

Впервые проанализирован уровень соматического мутагенеза и метилирования ДНК при развитии и старении модельного растения *Arabidopsis thaliana* L. (от прорастания до созревания семян и засыхания растений). Частота накопления соматических мутаций значительно возрастала с возрастом *A. thaliana*. Показано, что степень метилирования ДНК значительно снижалась при увеличении возраста растений *A. thaliana*, в то время как экспрессия генов ДНК деметилаз значительно увеличивалась (к.б.н. А. С. Дубровина, к.б.н. К. В. Киселев, к.б.н. А. П. Тюнин, З. В. Огнева).

Проведен анализ филогенетических отношений в крупнейшем и таксономически сложном роде *Sedum* семейства Crassulaceae на основании большого набора данных (223 последовательности внутреннего транскрибируемого спейсера (ITS) рДНК) с использованием моделей вторичной структуры транскриптов ITS1 и ITS2. Показана сборная природа рода. Виды *Sedum* вошли в состав четырех основных клад древа толстянковых: *Aeonium*, *Asclepiodactylus*, *Simpervivum* и *Luecosedum*. Обнаружено близкое родство некоторых макаронезийских видов *Sedum* с представителями американской ветви рода, предполагающее их вторичное вселение на о. Мадейра из Северной Америки (В. Ю. Никулин, д.б.н. А. А. Гончаров).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

В программе CYTOSCAPE впервые в мире построена интерактома арабидопсиса, основанная на базе данных PAIR. Выделены основные регуляторные блоки, связывающие первичный и вторичный метаболизм. Получилась хорошая предсказательная модель. Так, некоторые предсказанные взаимодействия уже подтверждены экспериментально в ряде публикаций в зарубежных журналах: вовлечение в биосинтез антоцианов белка GL2, регулятора развития эпидермальных клеток; COP1/SPA модуля; компонентов, регулирующих суточные ритмы. Подтвердился прогноз об участии COII в биосинтезе вторичных метаболитов. Поскольку модель включает всю совокупность взаимодействующих белков, она будет использоваться для любых последующих предсказательных моделей, например для сельскохозяйственной биотехнологии (чл.-к. В. П. Булгаков, к.б.н. Т. В. Авраменко).

Направление 62. Биотехнология

Впервые изучен качественный и количественный состав ценных противопухолевых стильбенов в винограде амурском *Vitis amurensis* Rupr.

и ели аянской *Picea jezoensis* (Lindl. et Gord.) Fisch ex Carr, произрастающих на Дальнем Востоке России. Показано, что основными стильбенами винограда являются транс-пицеид, цис-пицеид и транс-резвератрол, а для ели – транс-астрингин. Проведено сравнение содержания стильбенов в *V. amurensis* и *P. jezoensis* с содержанием стильбенов в близких видах растений (к.б.н. К. В. Киселев, к.б.н. О. А. Алейнова, В. П. Григорчук, к.б.н. А. С. Дубровина, З. В. Огнева, ак. Ю. Н. Журавлев).

В связи с недостатком природного источника стефarina, ценного изохинолинового алкалоида растительного происхождения, который широко применяется в медицине для лечения мышечной дистрофии, склероза и для регенерации нервных волокон после травмы, нами получены клеточные культуры *Stephania glabra*, накопление стефarina в которых достигает 0,9% от сухой массы клеток, что в три раза превышает содержание этого вещества в известных биотехнологических источниках. Важным преимуществом полученных культур является их активный рост, позволяющий получать до 150 мг стефarina в одном литре культуральной среды (к.б.н. Т. Ю. Горпенченко, В. П. Григорчук, Г. К. Чернодод, чл.-к. В. П. Булгаков).

Основные публикации

Vijay N., Bossu C. M., Poelstra J. W., Weissensteiner M. H., Suh A., Kryukov A. P., Wolf J. B. W. Evolution of heterogeneous genome differentiation across multiple contact zones in a crow species complex // Nature Communications. 2016. V. 7. N 13195. DOI: 10.1038/ncomms1395.

Bulgakov V. P., Avramenko T. V., Tsitsiashvili G. S. Critical analysis of protein signaling networks involved in the regulation of plant secondary metabolism: focus on anthocyanins // Critical Reviews in Biotechnology. 2016. V. 24. P. 1–16.

Kim S., Cho Y. S., Kim H.-N., Chung O., Kim H., Jho S., Seomun H., Kim J., Bang W.-Y., Kim C., An J., Bae C.-H., Bhak Y., Jeon S., Yoon H., Kim Y., Jun J.-H., Lee H.-J., Cho S., Uphyrkina O., Kostyria A. et al. Comparison of carnivore, omnivore, and herbivore mammalian genomes with a new leopard assembly // Genome Biology. 2016. 17: 211

Bogatov V. V., Fedorovskiy A. S. Freshwater ecosystems of the southern region of the Russian Far East are undergoing extreme environmental change // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2016. V. 417, 34. P. 1–10. DOI: 10.1051/kmae/201621

Besprozvannykh V. V., Atopkin D. M., Ngo H. D., Ermolenko A. V., Van Ha N., Van Tang N. and Beloded A. Y. Morphometric and molecular analyses of two digenean species in mugilid fish: *Lecithaster mugilis* Yamaguti, 1970 from Vietnam and *L. sudzuhensis* n. sp. from southern Russian Far East. // Journal of Helminthology. 2016. P. 1–6. doi:10.1017/S0022149X16000201

Morii Y., Prozorova L., Chiba S. Parallel evolution of passive and active defence in land snails // Scientific Reports. 2016. Vol. 6. Paper number 35600, 11 p.

Shkryl Y. N., Veremeichik G. N., Makhazen D. S., Silantjeva S. A., Mishchenko N. P., Vasileva E. A., Fedoreyev S. A., Bulgakov V. P. Increase of anthraquinone content in *Rubia cordifolia* cells transformed by native and constitutively active forms of the AtCPK1 gene // Plant Cell Reports. 2016. Vol. 35. P. 1907–1916.

Nikulin V. Yu., Gontcharova S. B., Stephenson R., Gontcharov A. A. Phylogenetic relationships between *Sedum* L. and related genera (Crassulaceae) based on ITS rDNA sequence comparisons // *Flora*. 2016. Vol. 224. P. 218–229.

Kiselev K. V., Aleynova O. A., Grigorochuk V. P., Dubrovina A. S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. // *Planta*. 2016. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z

Шедько С. В., Шедько М. Б. Однонаправленная гибридизация калуги *Acipenser dauricus* Georgi, 1775 и амурского осетра *A. schrenckii* Brandt, 1869 по данным мтДНК-типирования их природных гибридов // *Генетика*. 2016. Т. 52. №. 3. С. 332–338.

Опубликовано: 272 статьи в рецензируемых отечественных и рейтинговых зарубежных журналах, в том числе 93 статьи в зарубежных журналах; 15 монографий, включая две книги на английском языке.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР МОРСКОЙ БИОЛОГИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – академик РАН А. В. Адрианов

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Впервые подробно исследованы метаморфоз и дефинитивный органогенез у дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus*. На стадии поздней долиолярии личинка приобретает веретенovidную форму, ресничные кольца и гиалиновые сферы смещаются относительно дорзо-вентральной оси. Ресничные кольца разрушаются при оседании, а остатки гиалиновых сфер можно обнаружить на стадии пентакуты. Нервная и пищеварительная системы полностью формируются только у ювенильных особей через две недели после оседания. Выявлено сходство в развитии щупалец и амбулакральных ножек, что указывает на их общее происхождение (*д.б.н. И. Ю. Долматов, к.б.н. Т. Т. Гинанова, к.б.н. Л. Т. Фролова*).

На основании анализа морфологических, репродуктивных и молекулярных признаков представителей одного из наиболее многочисленных семейств полихет *Spionidae* выдвинута гипотеза, что ближайшие предки, как и многие современные спиониды, выметывали гаметы свободно в воду, где происходили оплодотворение и полностью пелагическое развитие личинок. От этого исходного типа размножения и развития параллельными путями в четырех группах спионид произошли разные способы заботы о потомстве. В родах *Rhynchospio* и *Streblospio* возникло вынашивание личинок в различных органах на теле самки, а в подсемействе *Spioninae* и в роде *Scoelepis* – производство различных защитных структур (капсул и пр.) для развития личинок вне тела самки (*к.б.н. В. И. Радашевский, к.б.н. В. В. Панькова совместно с МГУ им. М. В. Ломоносова*).

Впервые подробно исследовано формирование передних структур при бесполом размножении у голотурии *Cladolabes schmeltzii*. Показано, что пищеварительная система формируется из двух зачатков. Эктодермальный от-

дел (глотка, пищевод) регенерирует за счет клеток эпидермиса, которые мигрируют с поверхности голотурии. Передняя часть кишечника развивается из энтероцитов оставшейся части кишечной трубки. Структуры аквафарингеального комплекса формируются за счет дедифференцировки, пролиферации и миграции клеток радиальных нервных тяжей и амбулакральных каналов. Ключевыми механизмами регенерации при бесполом размножении у голотурий являются морфаллактическая перестройка оставшихся органов и эпителиальный морфогенез (к.б.н. Я. О. Каменев, д.б.н. И. Ю. Долматов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Показаны существенные изменения фауны мелководных раков-отшельников, произошедшие в последние десятилетия в заливе Петра Великого Японского моря. Обнаружена замена ранее доминировавшего по численности вида *Pagurus middendorffii* занимающими ту же экологическую нишу видами *P. minutus* и *P. proximus*, которые до 2000 года почти не встречались. Кардинальная смена доминирующих видов могла быть обусловлена более успешной репродуктивной стратегией *P. minutus* и *P. proximus*, а также высокой степенью зараженности *P. middendorffii* корнеголовыми ракообразными, вызывающими паразитарную кастрацию хозяина (к.б.н. Н. И. Селин, к.б.н. Е. С. Корниенко, к.б.н. О. М. Корн).

Исследовано воздействие лазерного излучения большой мощности на виды – обрастатели судов. Полученные результаты могут быть положены в основу разработки новой технологии лазерной очистки технических сооружений и объектов, эксплуатируемых в водной среде, от биообрастания (д.б.н. А. Ю. Звягинцев и к.б.н. С. И. Масленников).

Обнаружено, что точечное видовое богатство в Охотском море достигает минимума на глубинах 30 и 200 м, а индекс «пестроты» демонстрирует минимумы на глубинах 100 и 300 м и максимумы на 30, 200 и 400–600 м. Число видов связано с площадью степенной регрессией. Расчет полного числа видов (эпсилон-разнообразие) приводит к оценкам 520 ± 16 видов для Охотского моря и 411 ± 11 видов для российской экономической зоны Японского моря (д.б.н. В. В. Суханов).

Исследования, проведенные с помощью подводного телеуправляемого аппарата «Sub-Atlantic», позволили установить, что экосистема припарамуширского газогидратного источника (глубина 769–805 м, о. Парамушир, Курильские острова) является уникальной по видовому составу обитающего здесь сообщества донных животных. Двустворчатый моллюск *Conchocele bisecta*, имеющий эндосимбиотических хемосинтезирующих бактерий, является единственным моллюском, способным к обитанию в этой экосистеме, где он формирует поселения со значительной биомассой. Причиной его процветания является способность к фильтрации, позволяющая переживать неблагоприятные для симбиотических бактерий периоды слабой активности метановых сипов. Этим он отличается от высокоспециализированных видов двустворчатых моллюсков-везикомиид, также имеющих эндосимбиотических бактерий и доминирующих в экосистемах глубоководных метановых выходов (к.б.н. В. И. Харламенко, к.б.н. Г. М. Каменев, к.б.н. А. В. Калачев, к.б.н. С. И. Кияшко, к.б.н. В. В. Ивин).

Впервые определена продукция амфипод *Ampelisca eschrichtii*, основного кормового объекта серых китов западной группировки, находящейся на грани исчезновения. Выявлено, что основной рост *A. eschrichtii* и пополнение поселения молодью происходит в зимне-весенний период подо льдом. Обнаружено, что продукция вида *A. eschrichtii* на шельфе восточного Сахалина одна из самых высоких в мире как среди видов семейства *Ampeliscidae*, так и для амфипод в целом. Ставится под сомнение принятая в настоящее время гипотеза о том, что количественное обилие *A. eschrichtii* является основным лимитирующим фактором питания серых китов на шельфе восточного Сахалина (*Н. Л. Демченко, проф. Джон В. Чапман, к.б.н. В. Б. Дуркина, к.б.н. В. И. Фадеев совместно с Морским научным центром Хэтфилд Университета штата Орегон*).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые изучено видовое разнообразие микроводорослей из морских вод РФ с использованием методов молекулярно-генетического анализа. Определено таксономическое положение редких, трудноидентифицируемых и вредоносных видов, выявлены степень их дифференциации и родственные связи с представителями ближайших групп. С помощью анализа кластера рибосомной ДНК получены индивидуальные генотипические паспорта для уникальных отечественных видов и штаммов микроводорослей. Получена база нуклеотидных последовательностей для создания панели узко-специфических маркеров для видов и штаммов, включая потенциально опасные и вредоносные виды (*к.б.н. К. В. Ефимова, к.б.н. Т. Ю. Орлова, д.б.н. Вл. А. Брыков, к.б.н. И. В. Стоник, к.б.н. Т. В. Морозова*).

В рамках глобального проекта по описанию биоразнообразия с использованием молекулярных маркеров генов и методологии ДНК-штрихкодирования впервые получены оригинальные данные о систематике, распространении и механизмах видообразования ельцовых (*Leuciscinae*) и бельдюговидных (*Zoarcales*) рыб, некоторых таксонов головоногих (*Cephalopoda*) и голожаберных (*Gastropoda*) моллюсков, а также колониальной асцидии *Didemnum vexillum* из дальневосточных морей России совместно с пополнением соответствующих баз данных, способствующих более качественной работе систематиков, музейных работников и представителей рыбной промышленности (*д.б.н. Ю. Ф. Картавцев, к.б.н. С. В. Туранов, к.б.н. А. Ю. Чичвархин, А. О. Золотова, О. В. Чичвархина, д.б.н. А. Ю. Звягинцев совместно с МГУ им. М. В. Ломоносова и ТИНРО-центром*).

Впервые для морских вод РФ исследованы видовой состав, сезонная и многолетняя динамика псаммофильных динофлагеллят сублиторальной зоны. Установлено, что эта группа микроводорослей является важным компонентом морских прибрежных экосистем, в значительной степени определяющим видовое богатство и плотность микрофитобентоса верхней сублиторали. Видовое разнообразие и обилие псаммофильных динофлагеллят зал. Петра Великого сравнимы и даже превосходят эти характеристики для хорошо изученных районов Мирового океана и претерпевают периодические колебания в соответствии с сезонными и межгодовыми изменениями факторов среды (*к.б.н. М. С. Селина*).

Исследованы видовой состав и вертикальное распределение сообществ макробентоса на литорали Вьетнама по данным с 1950-х по 2005 год. Описаны литоральные сообщества, распространенные вдоль всего побережья Вьетнама – от Сиамского залива на юге до Тонкинского залива на севере. Литоральная биота описана с учетом различных факторов среды, таких как характер субстрата, влияние волнового воздействия и опреснения, а также такой специфической особенности литорали Индо-Вест-Пацифики, как наличие мангровой растительности. Макробентос твердых субстратов является наиболее разнообразным, а население рыхлых грунтов – бедным и в качественном, и в количественном отношении. Литораль умерших коралловых рифов не имеет аналогов в бореальных водах. По крайней мере 1664 вида макробентоса (278 видов растений и 1386 животных) обнаружено на литорали Вьетнама. Среди макрофитов доминируют красные водоросли (154 вида), среди животных – брюхоногие моллюски (334 вида) и десятиногие ракообразные (275 видов) (к.б.н. Е. Е. Костина, к.б.н. А. П. Цурпало, к.б.н. В. В. Гульбин).

Направление 53. Общая генетика

Исследована полная последовательность гена *bindin*, кодирующего белок распознавания гамет у морских ежей рода *Strongylocentrotus*. Впервые выявлен паттерн параллельной эволюции и получены свидетельства позитивного отбора на кодирующие области, а также на интрон гена. Существенное отклонение от нейтральности доказывает адаптивное значение полиморфизма в интроне, что впервые демонстрируется для гена *bindin* и проясняет противоречивые данные по эволюции гена, выявленные у разных видов морских ежей. Показаны перспективы использования гена *bindin* для эволюционного анализа зарождающихся и криптических видов (д.б.н. Е. С. Балакирев совместно с ТИПРО-центром, Институтом биоинформатики, Лозанна, Швейцария и Калифорнийским университетом, Ирвайн, США).

Исследовано распределение генетической изменчивости двух фрагментов мтДНК в выборках кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) и сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) из Японского и Охотского морей. Анализ филограмм особей популяций выявил у тайменя четыре этапа дивергентной эволюции, у кеты – три. Первый этап дивергенции у тайменя указывает на время 430 тыс. лет назад, второй – 220 тыс. лет назад, третий – 70 тыс. лет назад. У кеты первый этап дивергенции соответствует 220 тыс. лет назад, второй – около 100 тыс. лет назад. У обоих видов основная доля выявляемых в настоящее время гаплотипов формировалась на протяжении последних 10–50 тыс. лет. На каждом этапе эволюции действовали определенные гляциоэвстатические процессы колебания уровня Мирового океана, которые способствовали географической изоляции. Метод исследования демографической истории популяций позволил рассчитать, что у тайменя начальный этап роста численности приходится на время около 12 тыс. лет назад и, по-видимому, связан с окончанием последнего ледникового максимума. У кеты данный период начался несколько раньше (30–35 тыс. лет назад) и ускорился в последние 10–15 тыс. лет. Последнее

оледенение в меньшей степени сказалось на демографических показателях кеты, вероятно, из-за большей эвритермности и большего ареала этого вида (В. В. Маляр, д.б.н. Вл. А. Брыков).

На основе нуклеотидных последовательностей четырех фрагментов генов (митохондриальный 16S и ядерные 18S, 28S, гистон H3) изучены филогенетические отношения 6 видов полихет рода *Rhynchospio* (Spionidae). Ранее описанные виды *R. darwini* (Radashevsky, 2015; Австралия) и *R. cf. foliosa* (Imajima, 1991; Орегон, США) оказались генетически схожими с *R. nhatrangi* (Radashevsky, 2007), впервые обнаруженном в прибрежных водах Вьетнама. Рассчитанные генетические дистанции по объединенным нуклеотидным данным (около 2516 пн) между указанными видами варьируются от 0,06% для 18S и 9,51% для гена 16S. Это самый низкий показатель генетических дистанций для четырех фрагментов генов 16S, 18S, 28S и H3 среди представленных видов рода, что может свидетельствовать о сравнительно недавней генетической изоляции между ними. Результаты анализа молекулярных данных позволяют впервые предположить, что забота о потомстве у видов *Rhynchospio* произошла внутри этого рода от исходного предкового состояния, когда гаметы выметывались свободно в воду, где происходили оплодотворение и полностью пелагическое развитие личинок. Это четвертый независимый пример происхождения заботы о потомстве в пределах одного семейства полихет Spionidae (к.б.н. В. И. Радашевский, В. В. Маляр, В. В. Панкова).

Исследованы виды рода *Nipponactea* из российских вод Дальнего Востока с использованием трех митохондриальных генов (фрагменты *COI*, *12S* и *16S* rDNA) в сравнении с видами, обитающими на Японском, Корейском и Вьетнамском побережьях (данные из генного банка). Показано, что *N. fuscoviridis* и *N. nigrans* являются видовыми комплексами. *N. fuscoviridis* разделяется на три подгруппы (*N. fuscoviridis* A, B и C); тогда как *N. nigrans* fall на две, одна из которых (*N. nigrans* A) наиболее близко связана с *N. moskalevi*, чем представители другой подгруппы *N. nigrans* (B) (к.б.н. С. Н. Шарина, д.б.н. А. В. Чернышев, к.б.н. Н. И. Заславская).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

В области липидомики морских беспозвоночных установлено, что исходный профиль липидов кораллов и гидрокораллов не зависит от географического региона и определяется особенностями биосинтеза липидов, характерными для каждого большого таксона. Определены пути модификации этого профиля в зависимости от питания коралла и наличия симбионтов. Впервые определен полярный липидом нескольких видов мягких кораллов, найдены общие закономерности в составе липидома симбиотических и асимбиотических видов (д.б.н. А. Б. Имбс).

Впервые на примере одноименных белков из скелетных мышц позвоночных и запирательных мышц моллюсков показано, что такие белки кроме основных свойств, определяющих их функцию, могут обладать «минорными» свойствами, которые не всегда сочетаются при реконструкции гибридных сократительных моделей. Например, показано, что один из восьми рекон-

струированных актомиозинов не способен активировать АТФазную активность и это связано с нарушением взаимодействия тропомиозина скелетных и запирающих мышц (д.б.н. Н. С. Шелудько, м.н.с. У. В. Гирич, С. С. Лазарев, к.б.н. И. Г. Вятчин).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Впервые обнаружено, что белки centrosом и связанные с ними белки ядерной мембраны мышечных клеток играют ключевую роль в развитии миопатий. Показано, что отсутствие или мутации белка ядерной оболочки несприна-1 приводит к разрыву взаимодействий с белком centrosом PCM-1, а также динеин/динактин/кинезин-моторным комплексом и микротрубочками, ответственными за пространственное расположение ядра в клетках. Такие изменения приводят к патологиям архитектуры цитоскелета, положения ядер и внутриядерных структур – основных признаков миопатий. Полученные результаты необходимы для изучения механизмов развития мышечных дистрофий и кардиомиопатий, а также для диагностики расстройств моторики (атаксий), сопровождающих многие нейродегенеративные заболевания (к.б.н. В. А. Дячук совместно с Центром биологии развития и Университетом Поля Сабатье / CNRS, Франция).

В результате анализа механизмов установления внутриклеточной асимметрии, вследствие которых клетка приобретает полярность, было определено, что в яйцеклетках морских ежей материнские половые детерминанты равномерно локализованы на периферии клеток в кортикальном слое и связаны с актиновыми филаментами. Это еще одно подтверждение того, что механизмы поляризации в blastomeres ежей начинают активироваться только в ходе первых дроблений эмбрионов. Выдвинуто предположение, что в клетках дрозофилы локальная трансляция консервативных белков поляризующих комплексов является частью механизма, устанавливающего и поддерживающего полярность клеток (к.б.н. К. В. Яковлев совместно с Институтом биологии гена РАН и Университетом Принстона, США).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Впервые определена главная причина смерти клеток морских ежей в ответ на холодовой стресс. Апоптоз и некроз присутствуют в культурах клеток морских ежей после цикла замораживания-оттаивания, но основной причиной гибели их клеток при любой комбинации криопротекторов являются механические разрушения, вызванные замораживанием. Установлено, что эффективны только многоступенчатые режимы с низкими (до 2 °С/мин.) скоростями охлаждения. Благодаря разработанным протоколам удается сохранять живыми и функционально активными до 80% клеток морских ежей. Развитие подобных исследований важно для морской биотехнологии и позволяет определить механизмы криоустойчивости морских организмов (к.б.н. А. В. Борода, к.б.н. Ю. О. Кипрюшина, к.б.н. К. В. Яковлев, д.б.н. Н. А. Одинцова).

Внеклеточный матрикс, помимо выполнения структурной функции, может играть также роль в регуляции морфогенеза различных тканей, в частности, мышечных тканей. Обнаружено, что при культивировании клеток личинок мидии премиогенных стадий развития, так же как клеток эмбрионов млекопитающих, предшественники мышечных клеток, миообласты, способны к синтезу ДНК на всех субстратах, но позже (через неделю культивирования) теряют эту способность. Уменьшение в клеточной пролиферации в культуре клеток мидии сопровождалось усилением миогенной дифференцировки (М. А. Майорова, д.б.н. Н. А. Одинцова).

Направление 63. Исследование роли интегративных процессов в центральной нервной системе в реализации высших форм деятельности мозга (сознание, поведение, память), выяснение механизмов функционирования сенсорных и двигательных систем

Изучена структурная организация ганглиозных клеток сетчатки керчака Стеллера *Muohosephalus stelleri*. Выделено восемь морфологических типов клеток. Основными типопределяющими признаками оказались размеры и структурная сложность дендритного древа, а также границы ветвления дендритов в толще сетчатки. Выделенные типы достоверно различались по ряду переменных, связанных с вышеуказанными признаками, а также по некоторым другим переменным. Результаты силуэтного анализа, величина индекса связности кластеров, а также величины эффекта межкластерных различий свидетельствуют об адекватности кластерной структуры и естественности выделенных типов. Типы ганглиозных клеток, структурно сходные и потенциально гомологичные выделенным в настоящей работе, описаны у ряда видов костистых рыб. Результаты работы важны для понимания функциональной организации зрительной системы низших позвоночных (к.б.н. И. И. Пуцын).

В результате исследования морфологии и спектров поглощения фоторецепторов японского анчоуса *Engraulis japonicus* установлено, что уникальная глубокая специализация сетчатки анчоусов для анализа поляризованного света существует одновременно с основными морфо-функциональными особенностями сетчатки большинства костистых рыб: различием размеров, плотности распределения и спектральной чувствительности фоторецепторов в разных полях зрения (к.б.н. С. Л. Кондрашев, к.б.н. М. С. Корниенко, к.б.н. Л. Т. Фролова, н.с. В. П. Гнубкина).

Основные публикации

Boroda A. V., Kipryushina Y. O., Yakovlev K. V., Odintsova N. A. The contribution of apoptosis and necrosis in freezing injury of sea urchin embryonic cells // *Cryobiology*. 2016. Vol. 73. P. 7–14.

Demchenko N. L., Chapman J. W., Durkina V. B., Fadeev V. I. Life history and production of the western gray whale's prey, *Ampelisca eschrichtii* Krøyer, 1842 (Amphipoda, Ampeliscidae) // *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11, № 1. P. 1–18.

Dolmatov I. Y., Ginanova T. T., Frolova L. T. Metamorphosis and definitive organogenesis in the holothurian *Apostichopus japonicus* // *Zoomorphology*. 2016. Vol. 135, № 2. P. 173–188.

Dyachuk V. A. Hematopoiesis in Bivalvia larvae: Cellular origin, differentiation of hemocytes, and neoplasia // *Developmental & Comparative Immunology*. 2016. Vol. 65. P. 253–257.

Imbs A. B., Demidkova D. A., Dautova T. N. Lipids and fatty acids of cold-water soft corals and hydrocorals: a comparison with tropical species and implications for coral nutrition // *Marine Biology*. 2016. Vol. 163. P. 202.

Kamenev G. M. Three new species of the genus *Hyalopecten* (Bivalvia: Pectinidae) from the abyssal and hadal zones of the North-western Pacific Ocean // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2016. P. 1–18.

Kharlamenko V. I., Kamenev G. M., Kalachev A. V., Kiyashko S. I., Ivin V. V. Thyasirid bivalves from the methane seep community off Paramushir Island (Sea of Okhotsk) and their nutrition // *Journal of Molluscan Studies*. 2016. Vol. 82, N 3. P. 391–402.

Kondrashev S. L., Kornienko M. S., Gnyubkina V. P., Frolova L. T. Intraretinal variability and specialization of cones in Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*, Engraulidae) // *Journal of Morphology*. 2016. Vol. 277. P. 472–481.

Korn O. M., Kornienko E. S., Golubinskaya D. D. First stage larva of the mud shrimp *Nihonotrypaea makarovi* Marin, 2013 (Decapoda: Axiidea: Callinassidae) obtained in the laboratory // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4083, № 3. P. 251–256.

Kostina E. E., Tsurpalo A. P., Gulbin V. V. Chapter 4. Species composition and distribution of macrobenthic communities in the intertidal zone of Vietnam // *Biodiversity of the western part of the South China Sea*. Vladivostok: Dalnauka, 2016. P. 139–278.

Magarlamov T. Yu., Shokur O. A., Chernyshev A. V. Distribution of tetrodotoxin in the ribbon worm *Lineus alborostratus* (Takakura, 1898) (nemertea): Immunoelectron and immunofluorescence studies // *Toxicon*. 2016. Vol. 112. P. 29–34.

Morozova T. V., Orlova T. Yu., Efimova K. V., Lazaryuk A. Y., Burov B. A. *Scrippsiella trochoidea* cysts in recent sediments from Amur Bay, Sea of Japan: distribution and phylogeny // *Botanica Marina*. 2016. Vol. 59. N 2–3. P. 159–172.

Pushchin I. I. The structure and diversity of retinal ganglion cells in steller's sculpin *Myoxocephalus stelleri* Tilesius, 1811 // *Journal of Comparative Neurology*. 2016.

Selina M. S., Morozova T. V. Morphology and taxonomy of three new marine sand-dwelling *Amphidiniopsis* species (Peridiniales, Dinophyceae) from the Sea of Japan, Russia // *Phycologia*. 2017. Vol. 56, N 1. P. 1–13.

Sharina S. N., Chernyshev A. V., Zaslavskaya N. I. Genetic diversity and phylogeny of limpets of the genus *Nipponacmea* (Patellogastropoda: Lottiidae) based on mitochondrial DNA sequences // *Mitochondrial DNA Part A*. 2016. Vol. 4. P. 1–8.

Shelud'ko N. S., Girich U. V., Lazarev S. S., Vyatchin I. G. Non-Straub type actin from molluscan catch muscle // *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2016. Vol. 474, N 2. P. 384–387.

Titlyanov E. A., Titlyanova T. V., Kalita T. L., Tokeshi M. Decadal changes in the algal assemblages of tropical-subtropical Yonaguni Island in the western Pacific // *Coastal Ecosystems*. 2016. Vol. 3. P. 16–37.

Yurchenko O. V., Kalachev A. V. Is gamete morphology involved in hybridization in oysters? // *Marine Biology*. 2016. Vol. 163. 31. doi:10.1007/s00227-015-2772-z.

За отчетный год в библиографических базах данных проиндексировано: РИНЦ – 116, Scopus – 126, Web of Science Core Collection – 123 публикации.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Врио директора – доктор биологических наук О. А. Радченко

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Показано, что наибольшей холодоустойчивостью среди исследованных на данный момент бесхвостых амфибий обладает дальневосточная квакша (*Hyla japonica*), почти 2/3 особей которой из популяции со Среднего Амура выдерживают в замерзшем состоянии охлаждение до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, часть животных – до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это более чем в два раза превышает возможности лесной лягушки (*Lithobates sylvaticus* LeConte, 1825), считавшейся самым холодоустойчивым видом и использующей иной механизм криопротекции (д.б.н. Д. И. Берман, к.б.н. Е. Н. Мещерякова, к.б.н. Н. А. Булахова).

Выявлены потери массы тела (за счет воды) при отрицательных температурах и предельная холодоустойчивость сибирского углозуба (*Salamandrella keiserlingii*). Амфибия в замерзшем состоянии переносит $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 45 суток; 3 суток при температуре до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ выдержали 40% взрослых особей, до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 80% сеголеток. При подготовке к зимовке и во время замерзания углозубы теряют суммарно около 28% массы тела; при последующем охлаждении до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ она остается постоянной. Физиологическими механизмами защиты от сублимации углозубы не обладают (д.б.н. Д. И. Берман, к.б.н. Е. Н. Мещерякова, к.б.н. Н. А. Булахова).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Опубликован первый атлас-определитель семян 773 видов сосудистых растений Северной Азии. Атлас предназначен для диагностики видов и родов растений по семенам. Даны характеристики распространения видов в Северной Азии и за ее пределами, приведены размеры и окраска семян (д.б.н. А. Н. Беркутенко).

Опубликована монография, посвященная ревизии пауков рода *Zaitunia* Lehtinen, 1967 (24 вида) – самого крупного в семействе Filistatidae. Ареал рода ограничен Средней Азией и Восточным Средиземноморьем. Почти все виды – узкоареальные эндемики; описано 12 новых для науки видов (д.б.н. Ю. М. Марусик с соавторами).

С помощью методов изотопного анализа показано, что «дейтериевый профиль» оперения может служить надежным индикатором местонахождения водоплавающих птиц в период линьки. Чешуйчатый крохаль (*Mergus squamatus*), глобально угрожаемый вид, линяющий на реках Приморья, со-

храняет в пере дейтериевую метку, совпадающую с концентрацией данного изотопа в этих водоемах. Результат подтвержден одновременным использованием геолокаторов (логгеров местоположения птиц) (к.б.н. Д. В. Соловьева с соавторами).

Направление 53. Общая генетика

Опубликованы результаты исследования полиморфизма 483 целых геномов от представителей 148 популяций мира. Результаты реконструкции демографической истории человечества показали, что кроме последней и самой успешной экспансии, начавшейся 75 тыс. лет тому назад, имела место более ранняя (примерно 120 тыс. лет назад) миграция, следы которой сохранились в геномах папуасов. В их геномах обнаружено около 2% генетических вариантов, унаследованных от представителей ранней миграционной волны *Homo sapiens* из Африки (д.б.н. Б. А. Малярчук, д.б.н. М. В. Деренко с соавторами).

Геномный анализ показал, что увеличение копийности гена амилазы слюны *AMY1* произошло сразу после разделения предков *Homo sapiens* и неандертальцев. Обнаружены случаи снижения копийности (вплоть до полной утраты) гена панкреатической амилазы *AMY2A* в различных популяциях мира. Максимальная частота утраты гена *AMY2A* выявлена у коренного населения Северо-Восточной Азии – у эскимосов, чукчей и коряков, в «традиционном» рационе питания которых практически отсутствовал крахмал (д.б.н. Б. А. Малярчук, д.б.н. М. В. Деренко с соавторами).

На основании анализа изменчивости ДНК с использованием дат ископаемых находок определено время эволюции бельдюговидных рыб. Предполагается, что дифференциация этой группы отряда окунеобразных началась в конце олигоцена – начале миоцена, около 22 млн лет назад. Первыми от общего предка отделились семейства *Bathymasteridae* и *Cebidichthyidae*. Дифференциация остальных семейств датируется средним – поздним миоценом, 10–15 млн лет назад. Наиболее вероятным временем появления и расселения современных видов бельдюговидных рыб можно считать период позднего миоцена – середины плиоцена, 3,6–7,8 млн лет назад (д.б.н. О. А. Радченко).

Основные публикации

Андреев А. В. Репродуктивная биология каменного глухаря *Tetrao urogalloides* в Колымском нагорье: период гнездования // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 2. С. 64–76.

Андрянова Е. А., Мочалова О. А., Хорева М. Г. Биология и распространение эдельвейса звездчатого (*Leontopodium stellatum*, *Asteraceae*) – эндемика северного побережья Охотского моря // *Turczaninowia*. 2015. Т. 18, № 4. С. 52–66.

Атрашкевич Г. И., Михайлова Е. И., Орловская О. М., Поспехов В. В. Биоразнообразие скребней рыб пресных вод Азиатской Субарктики // *Паразитология*. 2016. Т. 50, вып. 4. С. 263–290.

Беркутенко А. Н. Атлас семян растений Северной Азии. Магадан: Типография, 2016. 176 с.

Берман Д. И., Алфимов А. В., Крюков В. Х. Температурный фон зимовки амфибий на юго-востоке Приморья // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 1. С. 100–106.

Берман Д. И., Булахова Н. А., Мецзякова Е. Н. Холодоустойчивость и ареал дождевого червя *Eisenia sibirica* (*Oligochaeta, Lumbricidae*) // Сибирский экологический журнал. 2016. № 1. С. 56–64.

Берман Д. И., Мецзякова Е. Н., Булахова Н. А. Дальневосточная квакша (*Hyla japonica*) – наиболее холодоустойчивый вид бесхвостых амфибий // Доклады АН. 2016. Т. 471, № 4. С. 495–498.

Берман Д. И., Мецзякова Е. Н., Булахова Н. А. Экстремальные отрицательные температуры и потери массы сибирским углозубом (*Salaman-drella keyserlingii, Amphibia, Hynobiidae*) // Доклады АН. 2016. Т. 468, № 5. С. 589–593.

Ветрова В. П., Орешкова Н. В., Синельникова Н. В. Дифференциация популяций *Larix cajanderi* (Pinaceae) на востоке ареала по морфологии семенных чешуй шишек и ДНК-маркерам // Бот. журн. 2016. Т. 101, № 9. С. 993–1007.

Волкова П. А., Бобров А. А., Копылов-Гуськов Ю. О., Тихомиров Н. П., Мочалова О. А. Заметки по флоре Командорских островов // Бот. журн. 2016. Т. 101, № 7. С. 829–842.

Голубова Е. Ю. Аномалии в окраске некоторых чистиковых птиц // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 2. с. 77–92.

Докучаева В. Б. Заращение склонов после схода криогенных оползней в условиях верхней Колымы // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 2. С. 111–119.

Дорогой И. В. Материалы по зимней биологии горного дупеля *Gallinago solitaria* Hodgson, 1831 // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 3. С. 119–122.

Жарников В. С. Особенности роста *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в различных условиях обитания в Тайгской губе Охотского моря // Известия ТИНРО. 2016. Т. 186. С. 193–197.

Жарников В. С. Питание мидий *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) на литорали бухты Веселая Тайгской губы Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17, № 4. С. 479–484.

Иваненко Ю. А., Хорева М. Г., Беркутенко А. Н. Семейство Nuperziaceae, Lycopodiaceae, Selaginellaceae (Lycopodiophyta) в Магаданской области // Бот. журн. 2016. Т. 101, № 1. С. 54–69.

Кочнев А. А. Глава III. Белый медведь (*Ursus maritimus* Phipps, 1774). 3.1. Традиционная разделка добытого белого медведя (*Ursus maritimus* Ph., 1774) коренными охотниками Чукотки в прошлом и настоящем // Крупные хищники Голарктики. М.: У Никитских ворот, 2016. С. 167–183.

Лазуткин А. Н., Ямборко А. В., Киселев С. В. Энергетические и иммунные показатели красной полевки (*Clethrionomys rutilus*) в условиях разной плотности популяции (бассейн р. Колымы) // Экология. 2016. № 6. С. 461–467.

Малярчук Б. А., Деренко М. В., Денисова Г. А., Литвинов А. Н. Распространенность арктического варианта гена СРТ1А в популяциях коренного населения Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20, № 5. С. 571–575.

Морева И. Н., Радченко О. А., Незнанова С. Ю., Петровская А. В., Борисенко С. А. Родственные отношения *Stichaeus nozawae* (Jordan, Snyder, 1902) и *Stichaeus grigorievi* (Herzenstein, 1890) (Pisces: Stichaeidae) по данным молекулярно-генетического, кариологического анализа и ультраструктурного исследования сперматозоидов // Биология моря. 2016. Т. 42, № 5. С. 359–367.

Никишин В. П. Морфофункциональное разнообразие гликокаликса у ленточных червей // Успехи современной биологии. 2016. Т. 136, № 5. С. 523–543.

Поспехов В. В., Хаменкова Е. В. Гельминты молоди тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) материкового побережья Северного Охотоморья // Известия ТИНРО. 2016. Т. 186. С. 145–156.

Поспехова Н. А. Морфология и ультраструктура органов прикрепления цестоды и метацестоды *Microsotacanthus microskrjabini* (Cyclophyllidea: Hymenolepididae) // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2016. № 3. С. 63–72.

Радченко О. А. Время эволюции бельдюговидных рыб подотряда Zoarcoidei (Perciformes) по данным об изменчивости ДНК // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56, № 4. С. 440–452.

Синельникова Н. В. Таежные лиственничные леса союза *Roso acicularis-Laricion sajaneri* all. nov. на Северо-Востоке России // Растительность России. 2016. № 28. С. 125–138.

Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Санданов Д. В., Андриянова Е. А. Филогенетические взаимоотношения видов *Oxytropis* DC. subg. *Oxytropis* и *Phacoxytropis* (Fabaceae) Азиатской России на основе анализа нуклеотидных последовательностей межгенных спейсеров хлоропластного генома // Генетика. 2016. Т. 52, № 8. С. 895–909.

Хорева М. Г., Зеленская Л. А., Андриянова Е. А. Формирование растительного покрова на островных барах Ольской лагуны (Охотское море) в условиях быстрорастущей численности морских птиц // Сибирский экологический журнал. 2016. Т. 23, № 3. С. 299–312.

Шеховцов С. В., Базарова Н. Э., Берман Д. И., Булахова Н. А., Голованова Е. В., Коняев С. В., Кругова Т. М., Любечанский И. И., Пельтек С. Е. ДНК-штрихкодирование: сколько видов дождевых червей живет на юге Западной Сибири? // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20 (1). С. 125–130.

Andriyanova E. A., Mochalova O. A. IAPT/IOPB chromosome data 21 // Taxon. 2016. Vol. 65, No. 3. P. 673.

Lavikainen A., Iwaki T., Haukialmi V., Konyaev S.V., Casiraghi M., Dokuchaev N.E., Galimberti A.G., Halajian A., Henttonen H., Ichikawa-Seki M., Itagaki T., Krivopalov A.V., Meri S., Morand S., Näreaho A., Olsson G.E., Ribas A., Terefe Y., Nakao M. Reappraisal of *Hydatigera taeniaeformis* (Batsch, 1786) (Cestoda: Taeniidae) sensu lato with description of *Hydatigera kamiyai* n. sp. // International Journal for Parasitology. 2016. Vol. 46. P. 361–374.

Bentzen, R., Dondua A., Porter, R., Robards, M., Solovyeva D. Large-scale movements of Dunlin breeding in Chukotka, Russia during the non-breeding period // Wader Study. 2016. Vol. 123, No. 2. P. 86–98.

Berman D. I., Bulakhova N. A., Alfimov A. V., Meshcheryakova E. N. How the most northern lizard, *Zootoca vivipara*, overwinters in Siberia // Polar Biology. 2016. Vol. 39, Is. 12. P. 2411–2425.

Exo K.-M., Hillig F., Dierschke V., Kondratyev A., Kruckenberg H., Stahl J., Südbeck P., Bairlein F. Current challenges of bird conservation in the Wadden Sea and German offshore areas // *Natur und Landschaft*. 2016. Vol. 91, N 6. P. 253–261.

Gilg O., Andreev A., Aebischer A., Kondratyev A., Sokolov A., Dixon A. Satellite tracking of Ross's Gull *Rodostethia rosea* in the Arctic ocean // *Journal of Ornithology*, 2016, Vol. 157, N 1. 249–253.

Inchley C. E., Larbey C. D. A., Shwan N. A. A., Pagani L., Saag L., Antão T., Jacobs G., Hudjashov G., Eichstaedt T., Malyarchuk B., Derenko M., Wee J., Abdullah S., Ricaut F.-X., Mormina M. E., Villems R., Metspalu M., Jones M. K., Armour J. A. L., Kivisild T. Selective sweep on human amylase genes postdates the split with Neanderthals // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. e37198.

Kochnev A. A., Zdor E. V. Harvest and use of polar bears in Chukotka: Results of 1999–2012 studies. Moscow: Pi Kvadrat, 2016. 140 p.

Kunt K. B., Özkütük R. S., Elverici M., Marusik Yu. M., Karakaş G. *Harpactea karaschkhan* sp. n., a new cave dwelling blind spider species from the Mediterranean region of Turkey // *Journal of Cave and Karst Studies*. 2016. Vol. 8, N 1. P. 36–40.

Ma S. C., Marusik Y. M., Tu L. A review of the Nearctic *Arcuphantes fragilis* species group (Araneae: Linyphiidae: Micronetinae) // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4144, N 3. P. 383–396.

Malyarchuk B., Derenko M., Denisova G., Wozniak M., Rogalla U., Dambueva I., Grzybowski T. Y chromosome haplotype diversity in Mongolic-speaking populations and gene conversion at the duplicated STR DYS385a,b in haplogroup C3-M407 // *Journal of Human Genetics*. 2016. Vol. 61, Is. 6. P. 491–496.

Marusik Y. M., Fomichev A. A. A survey of East Palaearctic Gnaphosidae (Araneae). 7. Review of the *Parasyriska vinosa*-group // *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 2016. Vol. 6, N 2. P. 110–118.

Marusik Y. M., Koponen S., Makarova O. L. A survey of spiders (Araneae) collected on the arctic island Dolgiy (69°12'N), Barents Sea // *Arachnology*. 2016. Vol. 17, N 1. P. 10–24.

Mirshamsi O., Zamani A., Marusik Y. M. A survey of Hersiliidae (Arachnida; Araneae) of Iran with description of one new genus and two new species // *Journal of Natural History*. 2016. Vol. 50, N 23–24, 1447–1461.

Nadolny A. A., Omelko M. M., Marusik Y. M., Blagoev G. A new species of spiders belonging to the *Pardosa lugubris*-group (Araneae: Lycosidae) from Far East Asia // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4072, N 2. P. 263–281.

Omelko M. M., Komisarenko A. A., Marusik Y. M. A new species of *Acantholycosa* Dahl, 1908 (Araneae: Lycosidae) from the Russian Far East // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4072, N 5. P. 596–600.

Pagani L., Lawson D. J., Jagoda E., Derenko M., Malyarchuk B. et al. Genomic analyses inform on migration events during the peopling of Eurasia // *Nature*. 2016. Vol. 538 (7624). P. 238–242.

Pankratov V., Litvinov S., Kassian A., Shulhin D., Tchebotarev L., Yunusbayev B., Möls M., Sahakyan H., Yepiskoposyan L., Rootsi S., Metspalu E., Golubenko M., Ekomasova N., Akhatova F., Khusnutdinova E., Heyer E., Endicott P., Derenko M.,

Malyarchuk B., Metspalu M., Davydenko O., Villems R., Kushniarevich A. East Eurasian ancestry in the middle of Europe: genetic footprints of Steppe nomads in the genomes of Belarusian Lipka Tatars // Scientific Reports. 2016. Vol. 6. 30197.

Roitberg E. S., Eplanova G. V., Kotenko T. I., Amat F., Carretero M. A., Kuranova V.N., Bulakhova N.A., Zinenko O.I., Yakovlev V.A. Geographic variation of life-history traits in the sand lizard, *Lacerta Agilis*: testing darwin's fecundity-advantage hypothesis? // Journal of Evolutionary Biology. 2016. Vol. 28, N 3. P. 613–629.

Shekhovtsov S. V., Berman D. I., Bazarova N. E., Bulakhova N. A., Porco D., Peltek S.E. Cryptic genetic lineages in *Eisenia nordenskioldi pallida* (Oligochaeta, Lumbricidae) // European Journal of Soil Biology. 2016. Vol. 75. P. 151–156.

Skorobrekhoва E. M., Nikishin V. P. Capsule morphology of *Sphaerirostris picae* (Acanthocephala, Centrorhynchidae) in a natural paratenic host // Journal of Parasitology. 2016. Vol. 102, N 5. P. 556–558.

Solovyeva D., Hobson K. A., Kharitonova N., Newton J., Fox J. W., Afanasyev V., Fox A. D. Combining stable hydrogen (d2H) isotopes and geolocation to assign Scaly-sided Mergansers to moult river catchments // Journal of Ornithology. 2016. Vol. 157, N 3. P. 663–669.

Zamani A., Marusik Y. M., Berry J. W. A new species of *Paratheuma* (Araneae: Dictynidae) from Southwestern Asia and transfer of the genus // Zoology in the Middle East. 2016. Vol. 62, N 2. P. 177–183.

Zonstein S., Marusik Y. M. A revision of the spider genus *Zaitunia* (Araneae, Filistatidae) // European Journal of Taxonomy. 2016. Vol. 214. P. 1–97.

Опубликовано: 105 статей, из них 50 на русском языке в российских журналах и 35 на иностранных языках в зарубежных журналах, 59 статей в сборниках материалов российских конференций и 9 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, 2 книги на иностранном языке.

БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – член корреспондент РАН П. В. Крестов

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Изучены некоторые аспекты биологии индивидуального развития *Ardisia crenata* и *Aristolochia elegans* – видов тропического и субтропического происхождения, культивируемых в оранжерее БСИ ДВО РАН. Показано, что *ex situ* растения сохраняют морфологическую структуру, свойственную им в регионах естественного произрастания. Завершенный жизненный цикл, ежегодное цветение и высокая репродуктивная способность свидетельствуют об успешной адаптации и экологической пластичности видов к условиям существования за пределами ареала. Результаты важны для решения как теоретических, так прикладных вопросов: сохранения генофонда мировых растительных ресурсов, введения в культуру декоративных и полезных растений (к.б.н. С. В. Нестерова, О. П. Тетеря; О. В. Наконечная, к.б.н. Н. М. Воронкова совместно с БПИ ДВО РАН).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Впервые путем идентификации нуклеотидных последовательностей ITS региона, полученных из микоризных окончаний, изучены микоризообразователи кедр корейского на разных стадиях послепожарного восстановления кедрово-широколиственного леса. Всего выявлено 110 таксонов грибов. Показано, что наименьшее число микоризообразователей присутствует на стадии с доминированием серийных видов (лиственница даурская и др.). Установлено, что наиболее подходящие почвенно-ценотические условия складываются в ассоциациях, в которых микоризация происходит как из спор, так и через мицелий общих микоризных сетей серийных и коренных пород деревьев. В климаксовом сообществе наблюдаются наибольшее видовое богатство, высокая специализация и сбалансированность состава эктомикоризообразователей кедр корейского (Е. А. Пименова, М. Н. Громыко, С. Н. Бондарчук, В. Ф. Малышева, Е. Ф. Малышева, А. Е. Коваленко совместно с БИН РАН и Сихотэ-Алинским заповедником).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые в России получены межвидовые гибриды *Chrysanthemum*, имеющие обогащенную наследственность. Проведены прямые и обратные скрещивания между видами рода *Chrysanthemum* маньчжурского, монголо-сибирского происхождения и межвидовыми гибридными формами с привлечением субтропических представителей. Показано, что большинство многолетних восточноазиатских таксонов *Chrysanthemum* совместимы при гибридизации и дают фертильное потомство в равно- и разноплоидных комбинациях. Разработан способ клонального микроразмножения *Chrysanthemum leiophyllum* – источника адаптивных признаков в селекции *Ch. × morifolium* (д.с.-х.н. А. И. Недолужко, Е. В. Курицкая, Э. В. Вржосек, к.б.н. Е. В. Болтенков).

Проведена таксономическая ревизия двух семейств печеночников (Lepidoziaceae, Ricciaceae) для российского Дальнего Востока. Два вида (*Bazzania bidentula* и *B. japonica*) исключены из состава флоры и еще два (*B. parabidentula* и *B. manczurica*) – описаны как новые для науки. Уточнено распространение видов; по дальневосточным, а также типовым материалам составлены морфологические описания и рисунки. Впервые подготовлен ключ для определения видов рода на российском Дальнем Востоке (д.б.н. В.А. Бакалин, к.б.н. Е. А. Боровичев совместно с ПАБСИ КНЦ РАН).

В результате изучения серий образцов печеночников выявлена корреляция качественных параметров варибельности прижизненных внутриклеточных вакуолеподобных образований (масляных телец) с незначительными морфологическими изменениями, ранее рассматривавшимися как проявление адаптационной фенотипической изменчивости. Полученная информация позволила установить таксономическую значимость этих признаков и дать морфологические описания двум новым для науки видам из рода *Schistochilopsis* (*S. obscura*, *S. pacifica*) и одному новому виду *Nardia* (*N. pacifica*), которые в отсутствие проведенного исследования могли считаться криптическими (д.б.н. В. А. Бакалин, К. Г. Климова).

С привлечением новейших данных по систематике и таксономии обобщены литературные указания и авторские материалы и составлен чеклист печеночников и антоцеротовых Грузии, включающий 172 вида. Каждый вид аннотирован сведениями о распространении в пределах административных единиц Грузии, ссылками на работы, в которых этот вид приводится для страны, и наличием образцов с территории Грузии в гербариях ТВИ и VBGI (Бакалин В.А., Тигишвили Г.К., Арутинов Г. совместно с Институтом ботаники Университета Или, Тбилиси, Грузия).

Впервые проведено исследование нуклеотидного полиморфизма трех регионов хлоропластной ДНК представителей серии *Lacteae* рода *Iris*. Установлено, что серия *Lacteae* во флоре России, Монголии и Казахстана представлена двумя генетически и географически обособленными видами: *I. lactea* (Сибирь, Монголия, Казахстан) и *I. oxypetala* (юг Дальнего Востока России). Молекулярные данные показали, что приводимые ранее для указанной территории *I. biglumis*, *I. pallasii* и *I. iliensis* относятся к *I. lactea* (Е.А. Болтенков, Е. В. Артюкова, М. М. Козыренко совместно с БПИ ДВО РАН).

На основании сравнительного морфологического изучения орешков пяти таксонов дальневосточных представителей рода *Dasiphora* в совокупности с комплексом других морфологических признаков предложена новая таксономическая комбинация *Dasiphora flava* (Vorosch.) Gorovoi, *Pshennikova* et S. Volkova comb. et stat. nov. Подтверждена таксономическая значимость параметрических признаков орешков в систематике рода *Dasiphora* (к.б.н. Л. М. Пшенникова).

Изучены межвидовая морфологическая и биохимическая изменчивость пяти видов и одной разновидности рода *Dasiphora*, а также внутривидовая межпопуляционная морфологическая изменчивость *D. fruticosa* из природных популяций российского Дальнего Востока и Восточной Сибири. Морфологические признаки листа и чашечки цветка *Dasiphora* видоспецифичны и могут быть использованы при идентификации растений. Для каждого вида характерен определенный профиль фенольных соединений. Гликозиды кверцетина, кемпферола и рамнетина обнаружены у всех видов; рамнетин отсутствует у *D. fruticosa*. В листьях *Pentaphylloides fruticosa* (= *Dasiphora fruticosa*) ex situ в фазах цветения и плодоношения установлено максимальное содержание отдельных фенольных компонентов. Выявлены 6 флавонолгликозидов, 2 агликона, эллаговая кислота и ее гликозид (Е. В. Андیشهва, к.б.н. Е. П. Храмова, д.б.н. П. В. Крестов совместно с ЦСБС СО РАН).

Обобщены сведения за 80-летний период изучения флоры Сихотэ-Алинского биосферного заповедника (Приморский край), и подготовлен обновленный аннотированный список сосудистых растений. В результате критической ревизии гербарного материала и публикаций из списка флоры обоснованно исключены 188 видов, ошибочно приводимые для заповедника, впервые указаны 60 таксонов. Установлено, что в настоящее время флора заповедника насчитывает 1094 вида из 504 родов и 135 семейств. Для каждого вида даны сведения о распространении по выделенным урочищам, приведена характеристика местообитаний, жизненной формы. Для большинства редких видов приведены актуальные данные о состоянии популяций (к.б.н. Е.А. Пименова).

С применением молекулярных методов (ITS nrDNA) уточнены распространение и таксономия ряда видов Teloschistaceae. Предлагаются новые комбинации *Calogaya bryochryson*, *C. saxicola*, *Gyalolechia epiphyta* и *G. ussuriensis*. В синонимы с *Calogaya alaskensis* сведено 3 названия, а с *Gyalolechia epiphyta* – 5 названий. Восстановлена самостоятельность *G. xanthostigmoidea*, ранее рассматривавшегося как синоним *G. epiphyta*. Проведена лектотипификация *Caloplaca juniperina* (Ю. И. Вондрак, Е. Фролов, Л. Давыдов, А. Мучник, В. Конорева, Д. Хименбрант, С. Чабаненко)

Впервые в России на юге Приморья обнаружены новые таксоны насекомых в ранге видов и родов: *Copris tripartitus*, *Rakovicius ainu*, *Psammodyus convexus*, *Ambulyx tobii*, *Polistes rothneyi*. Этот комплекс видов приурочен к кедровым хвойно-широколиственным и долинным лесам. Новые таксоны расширяют представление о разнообразии восточноазиатских видов насекомых в фауне Дальнего Востока России (к.б.н. В. Г. Безбородов, Е. С. Кошкин, А. А. Воронков, А. И. Коршунов, А. Е. Костюнин, К. М. Прокопенко, В. В. Дубатов, В. К. Зинченко совместно с ИВЭП ДВО РАН, КемГУ, ИСиЭЖ СО РАН).

Направление 62. Биотехнология

Исследованы особенности морфогенеза в культуре *in vitro* некоторых редких и декоративных растений. Показано, что регенерация растений пиона сорта Julia Rose происходит путем непрямого соматического эмбриогенеза. Выявлен таксонспецифичный характер влияния регуляторов роста на развитие почек и рост побегов *Juniperus chinensis* var. *sargentii* и *Microbiota decussate* в культуре *in vitro*. Разработанные технологии будут способствовать увеличению коэффициента размножения растений (к.б.н. Е. В. Болтенков, Е. В. Курицкая, Э. В. Вржосек).

Основные публикации

Bakalin V. A. Notes on *Lophozia* VIII. The lectotypification of *Lophozia longiflora* (Nees) Schiffn. (Lophozioaceae, Hepaticae). *Herzogia*. 2016. 29 (2): 635–642.

Borovichev E. A., Bakalin V. A. On *Mannia triandra* (Ayttoniaceae, Marchantiophyta) in Eastern Asia // *Herzogia*. 2016. 29(1): 59–65.

Bezborodov, V. G. The genus *Copris* (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Far East of Russia // *Zoologicheskyy Zhurnal*. 2016. V. 95. I. 6. P. 692–698.

Boltenkov E. V. Neotypification of the Linnaean name *Iris aphylla* (Iridaceae) // *Phytotaxa*. 2016. V. 273. N 2. P. 141–143.

Boltenkov E. V. Typification and nomenclatural notes on twenty eight names of juno irises (Iridaceae) from Central and South Asia // *Phytotaxa*. 2016. V. 260. N 3. P. 223–234.

Boltenkov E. V. Typification of the juno names (*Iridaceae*) published by A.I. Vvedensky // *Phytotaxa*. 2016. V. 252. N 2. P. 143–148.

Boltenkov E. V., Kuritskaya E. V., Vrzhosek E. V. Histological analysis of somatic embryogenesis in Itoh peony // *Current Science*. 2016. V. 111. N 2. P. 395–398.

Ellis L. T., Agcagil E., Kirmaci M., Aleffi M., Bakalin V. A., Bednarek-Ochyra H., H. Cykowska-Marzencka H., Stryjak-Bogacka M. et al Kim J. H.. 2016. New national and regional bryophyte records, 49 *Journal of Bryology* 38(4): 327.

Ellis L. T., Alataş M., Asthana A. K., Rawat K. K., Sahu V., Srivastava A., Bakalin V. A., Batan N., Bednarek-Ochyra H. et al Kim J. H. New national and regional bryophyte records, 47 // Journal of Bryology. 2016. 38:151–167.

Ellis L. T., Aleffi M., Alegro A., Segota V., Asthana A. K., Gupta R., Singh V. J., Bakalin V. A., Bednarek-Ochyra H. et al D. Stončius. New national and regional bryophyte records, 48 // Journal of Bryology. 2016. 38(3): 235–259.

Franklin S. B., Hunter J. T., Cáceres Miquel, Dengler J., Landucci F., Krestov P. Introducing the IAVS Vegetation Classification Working Group // Phytocoenologia. 2016. 46 (1): 5–8.

Jan V., Frolov I., Davydov E. A., Urbanavichene I., Chesnokov S., Zhdanov I., Muchnik E., Konoreva L., Himelbrant D. and Tchabanenko S. The extensive geographical range of several species of Teloschistaceae: evidence from Russia // The Lichenologist. 2016. 48 (3): 171–189.

Wolfgang F. Willner Vegetation classification: a task of our time // Phytocoenologia. 2016. 46(1): 1–4.

Bergmeier E., Dengler J., Janišová M., Krestov P., Koshkin E. S., Bezborodov V. G., Voronkov A. A., Korshunov A. V., Kostyunin A. E., Prokopenko K. M. Distribution of the hawk moths *Clanis undulosa* Moore, 1879 and *Ambulyx tobii* (Inoue, 1976) (Lepidoptera, Sphingidae) in Russia // Far Eastern Entomologist. 2015. № 302. P. 14–17.

Kreshchenok I. A., Sinitsyna T. A., Kutsev M. G., Smirnov S. V., Shmakov A. I. About species independence of Polystichum Subtripteron Tzvrl. Biological Bulletin of Bogdan Chmel'nitskiy Melitopol State Pedagogical University. 2016. V. 6. № 2. P. 80–86.

Nikulin V. Y., Gontcharova S. B., Stephenson R., Gontcharov A. A. Phylogenetic relationships between *Sedum* L. and related genera (Crassulaceae) based on ITS rDNA sequence comparisons // Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants. 2016. 224: 218–229.

Suleimen E. M., Iskakova Zh. B., Gorovoi P. G., Dudkin R. V., Itabaev Zh. A., Wang M., Khan I., S. A. Ross. Consistent composition and cytotoxic activity of essential oil from *Spuriopimpinella calycina* // Chemistry of Natural Compounds, Vol. 52, № 1, January, 2016. P. 176–177.

Suleimen, E. M., Iskakova, Zh. B., Ibataev, Zh. A., Gorovoi, P. G., Dudkin, R. V., Ross, S. A. Constituent Composition and cytotoxic activity of essential oil from *Senecio argunensis* // Suleimen E. M., Iskakova Zh. B., Ibataev Zh. A., Gorovoi P. G., Dudkin R. V. [et al.]. Chemistry of Natural Compounds. 2016, Vol. 52. N 6. P. 1125–1126.

Suleimen, E. M., Ibataev, Zh. A., Gorovoi, P. G., Dudkin, R. V., Aubakirov, Kh. A., Tlepov, A. A., Ross, S. A. Constituent Composition of essential oil from *Saussurea pulchella* // Suleimen E.M., Ibataev Zh. A., Gorovoi P. G., Dudkin R.V. [et al.]. Chemistry of Natural Compounds. 2016, Vol. 52. N 6. P. 1127–1128.

Болтенков Е. В., Артюкова Е. В., Козыренко М. М. Дивергенция видов серии *Lacteae* рода *Iris* (*Iridaceae*) в России и сопредельных странах на основе анализа хлоропластной ДНК // Генетика. 2016. Т. 52. № 5. С. 579–589.

Fukuda T., Taran A. A., Okrugin V. M., Takahashi H., Ikeda H. Taxonomic study on *Saxifraga* ser. *Radioflorae* (A.M. Johnson) Zhmylev (Saxifragaceae) in Japan, the Kuril Islands and Kamchatka // Nordic Journal of Botany 2016. 34: 658–669.

Fukuda T., Andreeva E., Taran A., Takahashi H., Ikeda H. Chromosome number of *Micranthes nelsoniana* (D. Don) Small (Saxifragaceae) in northeast Asia. *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics* 2016. 69(4): 325–329.

Опубликовано: 10 монографий, 85 статей в журналах (17 в зарубежных, 68 в российских), РИНЦ – 77, ВАК – 60, WoS – 33, Scopus – 37.

ГОРНОТАЕЖНАЯ СТАНЦИЯ им. В. Л. КОМАРОВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук П. С. Зориков

Направление 52. Биологическое разнообразие

С территории Дальнего Востока России описано 4 новых для науки вида пауков (*Pardosa koponeni*, *Acantholycosa valeriae*, *Bifarcia oligerae* и *Bifarcia tanasevitchi*). *P. koponeni* распространен на Дальнем Востоке, ранее принимался за широко распространенный европейский вид *Pardosa lugubris*, *Acantholycosa valerie* описан с гор южного Сихотэ-Алиня (Ливадийский хребет, гора Криничная). Новые для науки виды рода *Bifarcia* собраны в горах южного и центрального Сихотэ-Алиня. По сборам с Дальнего Востока России впервые для России приводится род *Moneta* и 5 видов: *Acantholycosa baltoroi*, *Agroeca montana*, *Mimetus testaceus*, *Moneta caudifera* и *Oreonetides longembolus* (к.б.н. М. М. Омелько).

Получены числовые спектрофотометрические показатели для идентификации окраски цветков. В результате исследования установлено, что спектры поглощения извлечений из лепестков с различной окраской цветков растений как из одного рода, так и из разных родов имеют существенные достоверные различия. Выявлено, что наборы числовых показателей, основанных на точках перегиба контуров полос поглощения, индивидуальны для лепестков цветков каждого вида растения. Таким образом, совокупность полученных показателей спектров поглощения экстракта из лепестков может служить обобщенным идентифицирующим таксономическим признаком цветка при сертификации и описании новых сортов цветковых растений в цветоводстве (д.б.н. В. М. Кодаев, к.б.н. А. Ю. Маняхин, к.б.н. О. Г. Зорикова, к.б.н. С. П. Раилко).

Проведена экспериментальная оценка настойки патринии скабиозолистной (*Patrinia scabiosifolia* Fisch. Ex Link.) в качестве вибропротективного средства для профилактики и лечения психосоматических нарушений у экспериментальных животных, вызванных действием на них общей вибрации. Препарат в дозе 5 мл/кг оптимизировал поведенческие реакции животных, повышал их физическую работоспособность, улучшал энергетический метаболизм в тканях печени, скелетной мышцы и гормональный статус животных при воздействии общей вибрации. Настойка патринии скабиозолистной может быть рекомендована в сочетании с базисной терапией для профилактики и лечения нейрофизиологических нарушений, вызываемых общей вибрацией (к.б.н. Э. И. Хасина, к.б.н. Л. И. Моисеенко).

Опубликована монография, в которой представлены результаты комплексного изучения растений и настоек борщевика Сосновского. В работе приведены данные фенологических и фитохимических исследований растений. Исследование биологической активности доказывает многостороннее действие вытяжки борщевика Сосновского. Установлено, что, по сравнению с другими видами борщевика, в стеблях и листьях борщевика Сосновского количественное содержание каротина, витаминов С и Е выше (д.б.н. П. С. Зориков, к.б.н. Д. М. Черняк, к.б.н. М. М. Суржик).

Основные публикации

Nadolny A., Omelko M., Marusik Y., Blagoev G. A new species of spider belonging to the *Pardosa lugubris*-group (Araneae: Lycosidae) from Far East Asia // *Zootaxa*, 2016. Vol. 4072 (2). P. 263–281.

Omelko M., Komisarenko A., Marusik Y. A new species of *Acantholycosa* Dahl, 1908 (Araneae: Lycosidae) from the Russian Far East // *Zootaxa*, 2016. Vol. 4072 (5). P. 596–600.

Koldaev V., Manyakhin A., Zorikova O., Railko S., Kolyada, A. Applying numerical indicators of absorbance spectrum to evaluating color of flower petals // *Indian Journal of Science and Technology*, 2016. Vol. 9 (21). P. 1–7.

Хасина Э. И., Моисеенко Л. И. Влияние патринии скабиозолистной на резистентность мышей к действию общей вибрации // *Тихоокеанский медицинский журнал*, 2016. № 3. С. 58–61

Черняк Д. М., Зориков П. С., Суржик М. М. Борщевик Сосновского на юге Приморского края. Уссурийск: ГТС ДВО РАН, 2016. 97 с.

Опубликовано: 1 монография, 55 научных статей, в том числе 14 – в международных базах цитирования Web of Science и Scopus, 33 – в журналах перечня ВАК, 13 – в зарубежных изданиях, 8 – в сборниках статей.

ЗАПОВЕДНИК «УССУРИЙСКИЙ» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – А. К. Котляр

Направление 52. Биологическое разнообразие

Завершены работы по изучению фауны жуков надсемейства Cerambycoidea Уссурийского заповедника и сопредельных территорий. В настоящее время на территории заповедника отмечено 176 видов из 107 родов семейства Cerambycidae и 1 вид семейства Disteniidae, *Tetropium gracilicorne* Reitter, 1889, и *Phymatodes (Paraphymatodes) mediofasciatus* Pic, 1933, впервые отмечены на исследуемой территории (Kuprin, 2016). Обобщены опубликованные к настоящему времени данные о *Trox mitis*. Приведены новые сведения о распространении этого вида в России (к.б.н. С. А. Шабалин).

На исследованной территории Уссурийского заповедника, впервые выявленные в 2005 году, продолжают активную вегетацию сосудистые растения с белой окраской цветков у вида *Corydalis buschii* Nakai forma albiflora Fedi-

na et Maslov, forma nova. Белоцветковая форма у азиатского вида *Corydalis buschii* Nakai (*Fumariaceae*) на юге Дальнего Востока в Уссурийском заповеднике обнаружена впервые.

Многолетние (2005–2015 гг.) наблюдения дали возможность установить, что ценопопуляция хохлатки Буша весьма стабильна и успешно развивается. Растения ежегодно цветут и плодоносят.

На территории Приморского края *Corydalis buschii* приурочен только к югу Уссурийского флористического района, растения с белой окраской цветков *Corydalis buschii* в литературе не отмечались и отсутствуют в гербариях России (LE, MHA, VLA). Данный таксон является новым для науки (к.б.н. Л. А. Федина, к.б.н. М. В. Маслов).

Основные публикации

Shabalin S. A., Ivanov S. N. New data on the hide beetles *Trox mitis* Balthasar, 1933 (Coleoptera: Trogidae). *Far Eastern Entomologist*. 2016. N 319: 25–28.

Федина Л. А., Маслов М. В. Белоцветковая форма *Corydalis buschii* (*Fumariaceae*) в Уссурийском заповеднике (Приморский край) // *Ботан. журн.* 2016. Т. 101. № 1. С. 1213–1219.

Опубликовано 12 статей в рецензируемых журналах, в том числе 1 на английском языке, из них 3 – в индексируемых в базе Scopus.

ИНСТИТУТ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – член-корреспондент РАН Е. Я. Фрисман

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Исследовано влияние факторов внешней среды на смену динамических режимов в популяциях с коротким жизненным циклом. Показано, что зависимость популяционной динамики от интенсивности восстановления ресурсов, необходимых для жизнедеятельности вида, приводит к возникновению квазипериодических колебаний. Обнаружено, что влияние факторов экзогенной природы (например, климатических) на процессы воспроизводства популяции заметно расширяет диапазон возможных динамических режимов и приводит фактически к случайному блужданию по бассейнам притяжения разных режимов (к.ф.-м.н. Неверова Г. П., к.ф.-м.н. Яровенко И. П., чл.-к. Е. Я Фрисман, М. П. Кулаков).

Исследована модель динамики численности лимитированной популяции с простой возрастной структурой. Показано, что плотностно-зависимая регуляция выживаемости младшего возрастного класса может приводить к колебаниям численности популяции. Более того, в параметрическом пространстве предложенной модели существуют области мультистабильности, в которых в зависимости от начальных значений численностей реализуются разные динамические режимы. В рамках локальной популяции

обнаруженная мультистабильность позволяет объяснить как возникновение колебаний, так и исчезновение флуктуаций (к.ф.-м.н. О. Л. Ревуцкая, к.ф.-м.н. Г. П. Неверова, М. П. Кулаков, чл.-к. Е. Я. Фрисман, д.ф.-м.н. О. Л. Жданова).

Проведено исследование возникновения и устойчивости двуциклов модели Рикера с периодически изменяющимся мальтузианским параметром. Показано, что потеря устойчивости тривиального решения происходит через транскритическую бифуркацию, в результате которой в положительной области фазового пространства появляется устойчивый двуцикл. Обнаружено, что последующая касательная бифуркация приводит к рождению «внутри» этого цикла двух новых двуциклов: устойчивого и неустойчивого и, соответственно, к появлению мультистабильности. Показано, что сосуществование двух разных устойчивых двуциклов возможно в узкой области параметрического пространства (К. В. Шлюфман, к.ф.-м.н. Г. П. Неверова, чл.-к. Е. Я. Фрисман).

Проведено исследование процессов самоизреживания одновозрастных, однородных древостоев. Показано, что для адекватного количественного описания процесса самоизреживания необходимо учитывать как неоднородность состава популяции, так и начальную пространственную структуру древостоя. Вычислительные эксперименты показали, что для елового древостоя удовлетворительные соответствия между реальными и модельными данными достигаются как при случайном, так и при кластерном начальном расположении деревьев (к.ф.-м.н. А. Н. Колобов, чл.-к. Е. Я. Фрисман).

Направление 52. Биологическое разнообразие

На основе инвентаризации разнообразия типов растительных сообществ разработана новая схема геоботанического районирования Еврейской автономной области, которая включает 13 геоботанических районов, относящихся к двум геоботаническим областям, двум провинциям и трем округам. Она отличается от предыдущих работ тем, что каждая единица геоботанического районирования является индивидуальным неповторимым территориальным целостным образованием. Выполненное районирование представляет собой систему иерархически подчиненных пространственных единиц. Проведено описание всех геоботанических районов, трех геоботанических профилей (к.б.н. Т. А. Рубцова, к.г.н. Д. М. Фетисов, А. Н. Гелунов).

Проведен анализ комплекса генетических характеристик в природных популяциях дальневосточной териофауны у видов с различающейся структурой ареалов. Анализ молекулярно-генетических маркеров подтвердил высокую значимость хромосомных преобразований в процессе видообразования в роде *Alexandromys*. На примере приамурских представителей родов *Apodemus*, *Myodes*, *Martes* получены новые факты, отражающие влияние уровня географической разобщенности природных популяций на внутривидовую дифференциацию (д.б.н. Л. В. Фрисман, д.б.н. И. В. Картацева, к.б.н. И. Н. Шереметьева, к.б.н. М. В. Павленко, к.б.н. В. П. Кораблев, Т. В. Васильева совместно с БПИ ДВО РАН.)

Основные публикации

Frisman E. Y., Neverova G. P., Kulakov M. P. Change of dynamic regimes in the population of species with short life cycles: results of an analytical and numerical study // *Ecological Complexity*. 2016. V. 27. P. 2–11.

Neverova G. P., Yarovenko I. P., Frisman E. Ya. Dynamics of populations with delayed density dependent birth rate regulation // *Ecological Modelling*. 2016. Vol. 340. P. 64–73.

Kolobov A. N., Frisman E. Ya. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands // *Ecological Complexity*. 2016. V. 27. P. 29–39.

Zhdanova O., Frisman E. Ecological-genetic approach in modeling the natural evolution of a population: Prospects and special aspects of verification. // *Ecological Complexity*. 2016. Vol. 27. P. 40–47.

Шереметьева И. Н., Картавцева И. В., Васильева Т. В., Фрисман Л. В. Серые полевки рода *Alexandromys* из Верхнебуреинской впадины // *Зоологический журнал*. 2016. Т. 95. № 5. С. 597–603.

Неверова Г. П., Абакумов А. И., Фрисман Е. Я. Влияние промыслового изъятия на режимы динамики лимитированной популяции: результаты моделирования и численного исследования // *Математическая биология и биоинформатика*. 2016. Т. 11, № 1. С. 1–13.

Ревуцкая О. Л., Неверова Г. П., Кулаков М. П., Фрисман Е. Я. Модель динамики численности двухвозрастной популяции: устойчивость, мультистабильность и хаос // *Нелинейная динамика*. 2016. Т. 12. № 4. С. 591–603.

Рубцова Т. А., Фетисов Д. М., Гелунов А. Н. Новое геоботаническое районирование Еврейской автономной области // *Вестник Дальневосточного отделения РАН*. 2016. Т. 1, № 185. С. 26–37.

Фетисов Д. М. Фрагментированность геосистем транспортными коммуникациями и сохранение биоразнообразия юга Дальнего Востока России // *Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*. 2016. Т. 1, № 185. С. 38–46.

Фрисман Л. В., Картавцева И. В., Шереметьева И. Н., Павленко М. В., Кораблев В. П. Аллозимная дифференциация и кариотипические особенности восточноазиатских полевков Дальнего Востока России // *Вестник СВНЦ ДВО РАН*. 2016. № 3. С. 93–103.

Шлюфман К. В., Неверова Г. П., Фрисман Е. Я. Два цикла уравнения Рикера с периодически изменяющимся мальтузианским параметром: устойчивость и мультистабильность // *Нелинейная динамика*. 2016. Т. 12, № 4. С. 553–565.

Опубликовано: 175 статей, из них 68 на русском языке в российских журналах, 12 на иностранных языках в зарубежных журналах и 7 на иностранных языках в российских журналах, 12 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, 4 статьи в сборниках научных трудов на русском языке; одна монография на русском языке и 2 главы в монографиях на русском языке; 4 номера научного журнала на русском языке.

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

ИНСТИТУТ ЛЕСА им. В. Н. СУКАЧЕВА

СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ОБОСОБЛЕННОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ФИЦ КНЦ СО РАН

Директор – доктор биологических наук А. А. Онучин

Направление 52. Биологическое разнообразие

Установлено, что экологическая функция криогенных ландшафтов Сибири как «стока» углерода может снижаться по мере деградации вечной мерзлоты и трансформации мерзлотных почв в немерзлотные (к.б.н. А. С. Прокушкин).

Получены клеточные линии деревьев-доноров, в которых идет активное размножение, обеспечивающее получение в течение 45 суток от 2000 до 11 000 зародышей на 1 г эмбриональной массы. Выявлено полное соответствие растений-регенерантов селекционным преимуществам деревьев-доноров: высокой скорости роста и устойчивости к поражениям почковой галлицей (д.б.н. И. Н. Третьякова).

Для лесов Сибири впервые установлены отличия в составе летучих компонентов, продуцируемых хвоей здоровых и больных деревьев пихты сибирской, зараженной ржавчинным микромицетом *Melampsorella caryophyllasegum*, и доминирующие формы в комплексе эпифитов хвои (д.х.н. С. Р. Лоскутов).

В результате изучения влияния рубок ухода, направленных на формирование высокопродуктивных сосновых древостоев, предложена методика определения оптимальной густоты древостоев в зависимости от возраста и условий местообитания. По результатам, полученным на постоянных пробных площадях для молодняков, средневозрастных и спелых сосновых древостоев показано, что чем ближе густота к оптимальной, тем выше радиальный прирост (д.б.н. А. А. Онучин).

Выявлены обширные зоны усыхания кедрово-пихтовых древостоев в пределах южной части ареалов *Pinus sibirica* и *Abies sibirica*. Установлена тесная корреляционная зависимость между усыханием темнохвойных древостоев и влажностью почв, а также индексом сухости. Первичным фактором усыхания кедра и пихты являются возрастающие аридность климата, частота и интенсивность засух, что сенсibiliзирует древесные растения к атакам стволовых насекомых и корневых фитопатогенов (вторичный фактор) (д.б.н. В. И. Харук).

Основные публикации

Bouriaud O., Teodosiu M., Kirdyanov A.V., Wirth C. Influence of wood density in tree-ring based annual productivity assessments and its errors in Norway spruce // *Biogeosciences*. 2015. N 12. P. 6205–6217.

Bryukhanova M. V., Fonti P., Kirdyanov A. V., Siegwolf R. T. W., Saurer M., Pochebyt N. P., Churakova (Sidorova) O. V., Prokushkin A. S. The response of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ and cell anatomy of *Larix gmelinii* tree rings to differing soil active layer depths // *Dendrochronologia*. 2015. Vol. 34. P. 51–59.

Burenina T., Onuchin A., Guggenberger G., Musokhranova A., Prisov D. Dynamics of hydrological regime in permafrost zone of Central Siberia // *Environment, Chemistry and Biology*. 2015. Vol. 90. P. 125–132.

Cuny H. E., Rathgeber C. B. K., Frank D., Fonti P., Mäkinen H., Prislán P., Rossi S., Martínez del Castillo E., Campelo F., Vavřík H., Camarero J. J., Bryukhanova M. V., Jyske T., Gričar J., Gryc V., De Luis M., Vieira J., Čufar K., Kirilyanov A.V., Oberhuber W., Treml V., Huang J.-G., Li X., Swidrak I., Deslauriers A., Liang E., Nöjd P., Gruber A., Nabais C., Morin H., Krause C., King G., Fournier M. Intra-annual dynamics of woody biomass production in coniferous forests // *Nature Plants*. 2015. N 1 (11). Article Number: 15160.

Diemer L. A., McDowell W. H., Wymore A. S., Prokushkin A. S. Nutrient uptake along a fire gradient in boreal streams of Central Siberia // *Freshwater Science*. 2015. Vol. 34(4). P. 1443–1456.

Fonti P., Tabakova M. A., Kirilyanov A. V., Bryukhanova M. V., Georg von Arx. Variability of ray anatomy of *Larix gmelinii* along a forest productivity gradient in Siberia // *Trees*. 2015. Vol. 29(4). P. 1165–1175.

Hellmann L., Tegel W., Kirilyanov A.V., Eggertsson Ó., Esper J., Agafonov L., Nikolaev A. N., Knorre A. A., Myglan V. S., Churakova (Sidorova) O., Schweingruber F. H., Nievergelt D., Verstege A., Büntgen U. Timber logging in central Siberia is the main source for recent Arctic driftwood // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 2015. Vol. 47(3). P. 449–460.

Im S. T., Kharuk V. I., Rakityanskaya N. M., Golukov A. S. Climate-induced lake dynamics in the Trans-Baikal forest-steppe ecotone // *Contemporary Problems of Ecology*. 2015. Vol. 8, № 6. P. 680–686.

Kirichenko N., Huemer P., Deutsch H., Triberti P., Rougerie R., Lopez-Vaa-monde C. Integrative taxonomy reveals a new species of Callisto (Lepidoptera, Gracillariidae) in the Alps // *Zookeys*. 2015. Vol. 473. P. 157–179.

Kuz'mina N.A., Senashova V.A., Kuz'min S.R. Distribution of *Lophodermium Needle Cast* agents in Scots Pine Stands in Middle Siberia // *Contemporary Problems of Ecology*. 2015. Vol. 8, No. 7. P. 909–915.

Masyagina O., Tokareva I., Prokushkin A. Fire temperatures impact on permafrost soil organic matter // *FLAMMA*. 2015. N 6 (3). P. 105–108.

Montesano P. M., Rosette J., Sun G., Kharuk V. I. et al. The uncertainty of biomass estimates from modeled ICESat-2 returns across a boreal forest gradient // *Remote sensing of environment*. 2015. Vol. 158. P. 95–109.

Mukhortova L., Schepaschenko D., Shvidenko A., McCallum I., Kraxner F. Soil contribution to carbon budget of Russian forests // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2015. Vol. 200. P. 97–108.

Müller M. M., Hamberg L., Kuuskeri J., LaPorta N., Pavlov I., Korhonen K. Respiration rate determinations suggest *Heterobasidion parviporum* subpopulations have potential to adapt to global warming // *Forest Pathology*. 2015. Vol. 45, Issue 6. P. 515–524.

Rinne K. T., Saurer M., Kirilyanov A. V., Loader N., Bryukhanova M. V., Werner R., Siegwolf R. T. W. The relationship between needle sugar carbon isotope ratios and tree rings of larch in Siberia // *Tree Physiology*. 2015. doi:10.1093/treephys/tpv096

Saurer M., Kirdyanov A. V., Prokushkin A. S., Rinne-Garmston K. T., Siegwolf R.T.W. The impact of an inverse climate–isotope relationship in soil water on the oxygen-isotope composition of *Larix gmelinii* in Siberia // *New Phytologist*. 2015. doi: 10.1111/nph.13759.

Schneider L., Smerdon J. E., Büntgen U., Wilson R. J. S., Myglan V. S., Kirdyanov A. V., Esper J. Revising midlatitude summer temperatures back to A.D. 600 based on a wood density network // *Geophysical Research Letters*. 2015. Vol. 42 (11). P. 4556–4562.

Shishov V. V., Tychkov I. I., Popkova M. I., Ilyin V. A., Bryukhanova M. V., Kirdyanov A. V. VS-oscilloscope: a new tool to parameterize tree radial growth based on climate conditions // *Dendrochronologia*. 2015. doi:10.1016/j.dendro.2015.10.001.

Tchebakova N. M., Vygodskaya N. N., Arneth A., Marchesini L. B., Kolle O., Kurbatova Yu. A., Parfenova E. I., Valentini R., Vaganov E. A., Schulze E.-D. Energy and mass exchange and the productivity of main Siberian ecosystems (from Eddy covariance measurements). 1. Carbon exchange and productivity // *Biol. Bull.* 2015. Vol. 42, N 6. P. 579–588.

Антонова Г. Ф., Железниченко Т. В., Стасова В. В. Лигнификация каллуса сосны обыкновенной как реакция на условия культивирования и состав питательной среды // *Сибирский лесной журнал*. 2014. № 6. С. 46–58.

Барченков А. П., Милютин Л. И., Жамъянсурен С. Изменчивость макро-стробилов лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в горных ценопопуляциях Монголии и прилегающих районов России // *Сибирский лесной журнал*. 2015. № 4. С. 58–64.

Борисов А. Н., Иванов В. В., Екимов Е. В. Метод оценки пространственного распределения ресурса в экологической нише // *Сибирский лесной журнал*. 2014. № 5. С. 113–121.

Гончарова И. А., Собачкин Р. С. Структура напочвенного покрова в разнотравных культурах ели сибирской // *Экология*. 2015. № 4. С. 249–256.

Данилин И. М., Цогт З. Морфометрические параметры и фитомасса деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в Восточном Хэнтэе (Северная Монголия) // *Сибирский лесной журнал*. 2015. № 5. С. 96–104.

Им С. Т., Харук В. И. Изменение водной массы в криолитозоне Средней Сибири по данным дистанционного зондирования GRACE // *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*. 2015. Vol. 8, № 6. P. 734–743.

Кривец С. А., Керчев И. А., Бусирова Э. М., Демидко Д. А., Петько В. М., Баранчиков Ю. Н. Распространение уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Сибири // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2015. Вып. 211. С. 33–45.

Кузьмина Н. А., Сенашова В. А., Кузьмин С. Р. Распространение видов шютте в насаждениях сосны обыкновенной в Средней Сибири // *Лесоведение*. 2014. № 6. С. 61–68.

Литовка Ю. А., Рязанова Т. В. Ареал и представленность микромицетов рода *Fusarium* в лесных питомниках Средней и Южной Сибири // *Хвойные бореальной зоны*. 2014. Т. XXXII, № 1–2. С. 18–24.

Лоскутов С. Р., Шапченкова О. А., Анискина А. А. Термический анализ древесины основных лесобразующих пород Средней Сибири // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 17–30.

Москальченко С. А., Пономарев Е. И., Иванов А. В. Горимость лесов Красноярского края в современных условиях // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. XXXII, №1–2. С. 33–39.

Назимова Д. И., Коновалова М. Е., Данилина Д. М., Пономарев Е. И., Сташкевич Н. Ю., Бабой С. Д. Исследования долговременной динамики лесов в пергумидном климате Западного Саяна (Ермаковский стационар Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН) // Сибирский лесной журнал. 2015. № 4. С. 3–17.

Павлов И. Н., Панов А. Б. Анатомо-морфологические закономерности в реакции *Pinus sibirica* Du Tour, *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. на дефолиацию кроны *Dendrolimus superans sibiricus* Tschetv. // Вестник КрасГАУ. 2014. № 1. С. 110–114.

Пономарев Е. И., Швецов Е. Г. Спутниковое детектирование лесных пожаров и геоинформационные методы калибровки результатов // Исследования Земли из космоса. 2015. №1. С. 84–91.

Седаева М. И., Князева С. Г. Особенности произрастания ели черной (*Picea mariana*) в условиях интродукции в дендрарии Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН (Красноярск) // Хвойные бореальной зоны. 2014. Т. 27, № 3–4. С. 53–57.

Седельникова Т. С., Пименов А. В. Экопическая дифференциация желтопыльничковой и краснопыльничковой форм сосны обыкновенной по кариеологическим признакам и содержанию ядерной ДНК // Известия РАН. Сер. биологическая. 2015. № 5. С. 477–486.

Семериков В. Л., Путинцева Ю. А., Орешикова Н. В., Крутовский К. В. Разработка новых маркеров митохондриальной ДНК сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для популяционно-генетических и филогеографических исследований // Генетика. 2015. Т. 51, № 12. С. 1386–1390.

Смирнова Н. И., Павлов И. Н. Анатомо-морфологические закономерности проводящего ствольного и фотосинтетического листового аппарата древесных растений в контрастных условиях произрастания // Вестник КрасГАУ. 2014. № 2. С. 125–130.

Таран Г. С., Катаева О. А. К лишенофлоре ивняков (*Salix triandra*, *S. viminalis*) малых рек города Новосибирска // Вестник КрасГАУ. 2015. № 6. С. 220–224.

Тимохина А. В., Прокушкин А. С., Онучин А. А., Панов А. В., Кофман Г. Б., Верховец С. В., Хайманн М. Многолетний тренд концентрации CO₂ в приземной атмосфере над Центральной Сибирью // Метеорология и гидрология. 2015. № 3. С. 58–64.

Третьякова И. Н., Шуваев Д. Н. Соматический эмбриогенез *Pinus pumila* и продуктивность эмбриогенных линий при длительном культивировании *in vitro* // Онтогенез. 2015. Т. 46, № 5. С. 327–337.

Трефилова О. В., Ефимов Д. Ю. Изменение растительного покрова и почв при естественном зарастании вырубок пихтарников Енисейского края // Почвоведение. 2015. № 8. С. 910–920.

Фарбер С. К., Кошкарлова В. Л. Картирование экологических ниш растительных сообществ средствами ГИС (на примере сосновых и тополевых лесов республики Тыва) // Лесная таксация и лесоустройство. 2015. Выпуск 1 (52). С. 76–81.

Фуряев В. В., Киреев Д. М., Злобина Л. П. Смена хвойных лесов мелколиственными под воздействием пожаров в Средней Сибири // География и природные ресурсы. 2015. № 2. С. 100–105.

Харук В. И., Шушпанов А. С., Им С. Т. Климатогенная динамика солифлюкции в мерзлотной зоне Средней Сибири // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2015. Vol. 8, Issue 6. P. 744–754.

Цветков П. А. Очерк истории отечественной лесной пирологии // Сибирский лесной журнал. 2015. № 5. С. 3–25.

Опубликовано: 138 статьи, из них 101 на русском языке в российских журналах и 37 на иностранных языках в зарубежных журналах.

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук А. И. Сысо

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Разработан новый подход к изучению структуры почвенно-климатических ареалов в гидротермическом экологическом пространстве, основанный на теоретико-групповом выявлении взаимосвязей между среднегодовыми значениями переменных: R – радиационного баланса, P – осадков и E – суммарной транспирации и физического испарения почвенной влаги. Показано, что переход от этих переменных к безразмерным комплексам R/E^{α} и P/E^{β} , где масштабные индексы α и β являются обобщенными характеристиками почвенных свойств, позволяет установить между переменными $L = \ln(\ln(R/E^{\alpha}))$, $K = \ln(\ln(P/E^{\beta}))$ и границами ареалов почвенных общностей универсальную линейную зависимость. Полученный закон может быть использован для теоретического расчета формы ареалов почвенных типов в заданных климатических условиях (к.б.н. А. В. Чичулин).

Разработана серия картографических моделей структурной организации почвенного покрова тундрово-степных комплексов Алтае-Саянского региона на основе показателей неоднородности температурного поля и интегральных количественных характеристик температурного режима почв, рассчитанных по данным временных рядов температурного мониторинга, полученных с использованием наземных автоматизированных измерительных комплексов и дистанционных исследований (к.б.н. С. Я. Кудряшова, к.б.н. А. С. Чумбаев, к.б.н. Г. Ф. Миллер, к.б.н. А. Н. Безбородова).

Исследованиями распределения углекислого газа в почвенном воздухе, эмиссии CO_2 и эвапотранспирации подтверждено положение о свойствах степной геохимической катены как природного континуума, выполняющего

стабилизирующую функцию в ландшафте. Показано особое место солончака приозерного в структурно-функциональной организованности почвенного покрова в связи с процессами кальцитогенеза. Его функциональная роль проявляется в смене направленности потока CO_2 от выделения в атмосферу к его поглощению. Новые аспекты в изучении почвенного газообмена позволяют лучше понять существующие взаимосвязи и взаимообусловленность процессов, объединяющих структурные элементы в иерархии почвенного покрова (д.б.н. А. В. Наумов).

Установлена количественная зависимость тесно коррелирующих между собой показателей состава, структурных особенностей и спектральных свойств гуминовых кислот с периодом биологической активности; впервые определена его продолжительность для широкого ряда почв и палеопочв Сибири разного возраста и условий формирования; на примере отложений территории юга Западной Сибири показана возможность увеличения деятельности палеоприродных реконструкций на основе признаков педогенеза (д.б.н. М. И. Дергачева, к.б.н. Н. Л. Бажина, Е. Г. Захарова).

Установлено, что различие свойств почв и техногенного загрязнения окружающей среды разных регионов юга Западной Сибири не находит статистически значимого отражения в средних значениях элементного химического состава генетически однородных травянистых растений (*Hypericum perforatum*), несмотря на широкое варьирование его в регионах. Выявлено, что средняя концентрация В, Ва, Cu, Zn, Ni и Sr в *H. perforatum* на юге Западной Сибири в несколько раз выше, чем в аналогичных растениях нечерноземной зоны Европейской части России, в Англии и в растительности суши Земли в целом (к.б.н. Т. И. Сиромля).

В снеговом покрове тундры Западного Таймыра, загрязняемой техногенными выбросами Норильского промышленного района, обнаружено превышение фонового содержания Cu, Ni, Fe, Co, Cr более чем в 10 раз, Zn и Pb – почти в 3 раза, содержание Cd соответствует фоновому. Выявлено, что Fe, Cr и Ni в основном находятся в грубодисперсных, а Cu и Co – в мелкодисперсных техногенных аэрозолях. Оценка в снеге соотношения концентраций металлов в твердой и растворенной форме показала присутствие Cu, Cd и Co преимущественно в наиболее токсичной ионной форме и возрастание ее доли с уменьшением размера и увеличением общей поверхности аэрозольных частиц. Установлена зависимость концентрации растворенных форм металлов-поллютантов (Cu, Fe, Co, Ni) от реакции среды снеговых вод, которая определяется соотношением концентраций кальция и сульфатов в ионном составе снеговых вод (к.б.н. С. А. Худяев, к.б.н. Ю. В. Ермолов).

В южной тундре Тазовского полуострова с использованием ранее разработанного индекса нагрузки поллютантов на единицу площади (I_{PLS}) оценено влияние техногенного загрязнения атмосферы поллютантами на химический состав растительности. Показано, что даже при относительно «мягком» загрязнении химический состав индикаторных видов растений существенно реагирует на уровень загрязнения. Установлена достоверная корреляционная зависимость содержания азота и фосфора в лишайнике *Alectoria ochroleuca* и листьях березы *Betula nana* от уровня загрязнения атмосферы, наиболее корректно описываемая экспоненциальным уравне-

нием вида $C_{NP} = a * \text{Exp}(b * I_{PLS})$, где C_{NP} – концентрация азота или фосфора в тканях растений, a и b – коэффициенты уравнения регрессии (к.б.н. П. А. Барсуков, к.б.н. А. Г. Бацук, О. А. Русалимова).

Показаны латеральная изменчивость агрофизических показателей и неоднородность гидротермического поля в сопряженном ряду эродированных почв Предсалаирья. Серая лесная и луговая намытая почвы характеризуются более низкой температурой и более высокой влажностью в теплый период, чем черноземы. Расхождения в температурах почв проявляются как в суточном ходе температур, так и в сезонных колебаниях. Изменчивость температурного поля в почвенном покрове объясняется различиями в строении профиля составляющих покров почв и в физических свойствах различных горизонтов, в первую очередь в теплопроводности (к.б.н. Н. А. Шапорина, к.б.н. А. В. Чичулин).

Установлено, что весенний баланс почвенной влаги в корнеобитаемом слое (0–50 см) чернозема выщелоченного слабоэродированного юга Западной Сибири контролируется типом погоды во время снеготаяния. Прямой зависимости увеличения запаса весенней влаги от длительности снеготаяния, глубины промерзания почвы, скорости ее оттаивания, а также от ее осеннего объема предшествующего года не установлено. Единственным фактором, определяющим интенсивность поверхностного стока талых вод, являются погодные условия во время снеготаяния. Радиационный тип погоды обуславливает высокую (до 15 мм/ч.) интенсивность стока талых вод и большой (20 т/га) смыв почвы (к.б.н. А. С. Чумбаев, д.б.н. А. А. Танасиенко).

На основе регрессионных моделей зависимости агрохимических свойств почв от значений NDVI построены прогнозные карты свойств пахотных склоновых почв Присалаирской дренированной равнины, для которых в качестве базовой картографической основы послужили данные пространственного распределения морфометрических величин рельефа, рассчитанных по цифровой модели высот ASTER GDEM (к.б.н. Н. В. Гопп, к.б.н. Т. В. Нечаева, к.б.н. О. А. Савенков, к.б.н. Н. В. Смирнова, В. В. Смирнов).

Рассмотрены особенности непрерывного пространственного моделирования основных переменных непрерывности как индикатора почвенного покрова – обилия и встречаемости видов на основе статистической связи натурных наблюдений со спектральными переменными снимка (Landsat). Модели строились двумя способами – прямыми моделями и моделями с использованием факторов варьирования – и оценивались по величине R^2 перекрестной проверки. Показано, что моделирование обилия надежно для доминирующих видов, а моделирование встречаемости возможно для большего количества видов. Прямые модели показали меньшую устойчивость, чем модели с использованием факторов варьирования (к.б.н. И. Д. Махатков).

Проведен расчет балла бонитета и почвенно-экологического индекса для эродированных почв Предсалаирья – черноземов и серых лесных почв. Более пострадавшими от эрозионных процессов на этой наиболее расчлененной части юга Западной Сибири являются серые лесные почвы, менее устойчивые по сравнению с черноземами и исходно менее плодородные. Полученные оценки существенно ниже усредненных литературных данных

по сельскохозяйственным землям Новосибирской области, что делает очевидным необходимость проведения комплексной почвенно-экологической оценки эродированных почв бывшей пашни, находящихся на сегодняшний день под разновозрастными залежами (к.б.н. Г. Ф. Миллер, к.б.н. А. Н. Безбородова, к.б.н. С. В. Соловьев).

Дана оценка влияния уровня калийного питания растений в агроценозе на структуру микробного сообщества почвы. Установлено, что оптимизация эффективного плодородия почвы и условий минерального питания растений способствует значительному росту численности почвенных бактерий и актиномицетов, а дефицит калия в почве негативно отражается на популяции прокариот. Показано, что использование азотных удобрений при истощенном калийном фонде почвы вызывает резкий рост почвенной популяции грибов, в том числе фитопатогенных, что повышает инфекционный потенциал почвы. Оптимизация калийного состояния почвы способствует значительному сокращению численности почвенных грибов и улучшению фитосанитарной ситуации в агроценозе (д.б.н. В. Н. Якименко совместно с д.с.-х.н. А. А. Малюгой, НЦ агробиотехнологий).

При изучении состава и структуры бактериальных сообществ ризосферы сосны корейской (*Pinus koraeansis* Siebold et Zucc.) путем оценки разнообразия родоспецифичных последовательностей генов 16S рРНК установлено, что при интродукции в новые почвенно-экологические условия бактериальное сообщество становится более разнообразным по составу и выровненным по структуре по сравнению с сообществом в естественных для этого вида сосны условиях. Очевидно, что при недостатке азотного питания из почвы деревья стимулируют развитие азотфиксаторов *Bradirhizobium* в ризосфере, а разный вклад представителей нескольких родов *Acidobacteria*, являющихся ацидофильными хемоорганотрофами, связан с качественными различиями в органическом веществе почвы разных опытных участков (к.б.н. Н. Б. Наумова).

Показано участие азотобактерий в почвообразовании на техногенных минеральных субстратах вскрыши карбонатных пород (суглинке, мраморе, гравии, антраците). Установлено, что стратегия популяции азотобактера направлена на ускорение роста в мелкоземистой фракции эмбриоземов и проявление полиморфизма в ситуациях повышенного содержания тяжелых и радиоактивных металлов. Наиболее благоприятны для развития почвообразующей бактерии субстраты, содержащие суглинки, мрамор и гравий, наименее – антрацит (д.б.н. В. С. Артамонова).

На основе расчета почвенно-экологических индексов, характеризующих потенциал восстановления нарушенных земель, получены данные, актуальные для проектирования и выполнения рекультивационных работ на техногенно нарушенных землях Сибири (отвалы угольных разрезов, золоотвалы ТЭЦ и гидроотвалы обогатительных фабрик). Установлено, что наиболее пригодными для самовосстановления являются техногенные объекты, сложенные рыхлыми четвертичными осадочными породами, менее пригодными и требующими рекультивации – отвалы угольных разрезов, сложенные плотными осадочными породами. Самая низкая способность к самовосстановлению – у отвалов антрацитовых месторождений и у складированных в

гидроотвалы отходов обогащения и золошлаковых смесей (д.б.н. В. А. Андроханов, к.б.н. И. П. Беланов, к.б.н. Д. А. Соколов, к.б.н. И. Н. Госсен).

Впервые для разных видов сфагновых мхов дана количественная оценка чистой первичной продукции, скорости и динамики линейного прироста на болотах средней тайги Западной Сибири, выявлено влияние на них климатических условий. Линейные приросты мхов, произрастающих на повышенных элементах микрорельефа (*S. fuscum* и *S. Magellanicum*) имеют сходную динамику и прямую зависимость от годовой и летней суммы осадков. Средняя скорость прироста этих видов лежит в пределах 0,05–0,25 мм/день. Прирост мочажинного вида (*S. Balticum*) на 30% больше. Выявлена прямая зависимость линейного прироста вида и его продукции (к.б.н. Н. П. Косых, к.б.н. Н. Г. Коронатова, к.б.н. Е. К. Вишнякова, к.б.н. В. А. Степанова).

Основные публикации

Тутлянова А. А., Самбу А. Д. Сукцессии в травяных экосистемах. Новосибирск. Изд-во СО РАН. 2016. 191 с.

Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia / Mueller L., Sheudshen A. K., Eulenstein F. Switzerland. Springer International Publishing. 2016. 760 p. *Chapters 7, 8, 9, 12.* 26.

Biogeochemical Technologies for Managing Pollution in Polar Ecosystems / Bashkin M.N. Switzerland. Springer International Publishing. 2016. 218 p. *Part I. Monitoring of Environmental Pollution in Gas Industry Impacted Ecosystems.* pp. 19–34, 35–64, 65–72, 73–86.

Brédoire F., Bakker M. R., Augusto L., Achat D.L., Barsukov P. A., Rusaliyeva O. A., Derrien D., Nikitich P. A., Zeller B. What is the P value of Siberian soils? Soil phosphorus status in south-western Siberia and comparison with a global data set. *Biogeosciences*. 2016. V. 13. P. 2493–2509.

Dergacheva M., Fedeneva I., Bazhina N., Nekrasova O., Zenin V. Shestakovo site of Western Sibeia (Russia): Pedogenic features, humic substances and paleo-environment reconstructions for last 20–25 ka. *Quaternary International*. 2016. V. 420. P. 199–207.

Chang J., Ciaia P., Herrero M., Havlik P., Campioli M., Zhang X., Bai Y., Viovy N., Joiner J., Wang X., Peng S., Yue Ch., Piao Sh., Wang T., Hauglustaine D.A., Soussana J.-F., Peregon A., Kosykh N., Mironycheva-Tokareva N. Combining livestock production information in a process-based vegetation model to reconstruct the history of grassland management. *Biogeosciences*. 2016. N. 13. P. 3757–3776.

Sabrekov A. F., Glagolev M. V., Alekseychik P. K., Smolentsev B. A., Terentiyeva I. E., Krivenok L. A. and Maksyutov S. S. A process-based model of methane consumption by upland soils // *Environmental Research Letters*. 2016. V. 11. № статьи 075001.

Сысо А. И., Сиромля Т. И., Мяделец М. А., Черевко А. С. Эколого-биогеохимическая оценка элементного и биохимического состава растительности антропогенно нарушенных экосистем (на примере *Achillea millefolium* L.) // *Сибирский экологический журнал*. 2016. Т. 23. № 5. С. 782–792.

Якименко В. Н., Конарбаева Г. А. Баланс тяжелых металлов в полевом опыте на серой лесной почве // *Агрохимия*. 2016. № 12. С. 52–60.

Андроханов В. А., Берлякова О. Г. Состояние лесных культур и почвенного покрова на рекультивированном отвале угольного разреза // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 22–31.

Дзуреченский В. Г., Филонова Е. Н. Пути снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду Южного Кузбасса, связанной с отходами агломерации // Безопасность жизнедеятельности. 2016. № 8 (188). С. 50–55.

Сысо А. И., Мяделец М. А., Сиromля Т. И., Петухов В. Л., Соколов В. А. Современное состояние и тенденции изменения эколого-биогеохимической ситуации на юге Сибири. В сб. «Современные тенденции развития биогеохимии». М. ГЕОХИ РАН. 2016. С. 500–510.

Кудряшова С. Я., Курбатская С. С., Чумбаев А. С., Миронычева-Токарева Н. П., Самдан А. М., Курбатская С. Г., Безбородова А. Н., Миллер Г. Ф., Соловьев С. В. Создание системы геоэкологического мониторинга охраняемых территорий Алтае-Саянского региона: дистанционные, автоматизированные и современные полевые и лабораторные методы исследования почвенного и растительного покрова высокогорий. В сб. «Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование». Кызыл. Изд-во ТувГУ. 2016. С. 40–51.

Опубликовано: 59 статей в журналах, из них 49 на русском языке в российских журналах (5 – с переводом на английский язык) и 10 на английском языке в зарубежных журналах; 82 статьи и 22 тезиса докладов в сборниках материалов российских конференций, 1 – в сборнике материалов зарубежной конференции; 1 книга на русском языке, 11 глав в книгах на английском языке.

ИНСТИТУТ СИСТЕМАТИКИ И ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук В. В. Глунов

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Выявлено, что заражение личинок *Galleria mellonella* грибом *Metarhizium anisopliae* штамм p-72 приводит к снижению рН гемолимфы как при поверхностном заражении насекомых энтомопатогенным грибом, так и при инъекции спор гриба в гемоцель гусениц ($p \leq 0,05$). Использован неинвазивный метод электронного парамагнитного резонанса в низких полях (L-band ЭПР) с применением спинового зонда, позволяющий проводить прижизненные измерения физиологических параметров насекомых и следить за их динамикой (к.б.н. Я. Л. Воронцова).

Выявлено, что заражение *Lymnaea stagnalis* партенитами трематод приводит к гиперкальцификации раковины за счет перераспределения кальция и увеличению ее веса, так как зараженные моллюски не размножаются и не используют кальций. Подобные изменения в кальциевом обмене и увеличение веса раковины можно рассматривать как механизм защиты зараженного моллюска от механических воздействий, что способствует пролонгирова-

нию трансмиссии паразита от первого ко второму промежуточному хозяину. Полученные данные согласуются с результатами изучения содержания кальция в лимфе зараженных моллюсков (*система* «моллюск *L. stagnalis* – трематода *Plagiorchis mutationis*»), показавшими увеличение концентрации кальция в лимфе зараженных моллюсков (к.б.н. Н. И. Юрлова).

В очаге массового размножения шелкопряда-монашенки в лесонасаждениях Шатурского района Московской области на площади 930 га выявлена высокая смертность гусениц первых возрастов от различных инфекционных заболеваний, главным образом от вируса ВЯП, что позволяло прогнозировать массовые эпизоотии гусениц старших возрастов и куколок и, следовательно, отсутствие необходимости проведения защитных мероприятий. Тестирование методом молекулярной гибридизации нуклеиновых кислот (МГНК) внешне здоровых насекомых на присутствие вирусной ДНК, белков вирионов и полиэдров ВЯП шелкопряда показало, что количество положительных ответов при тестировании насекомых на присутствие вирусной ДНК более чем в два раза превышало этот показатель, выявленный в прошлом году. А показатели ИФА антигенов белков вирионов и полиэдров уменьшились в несколько раз. Гибель от спонтанного полиэдроза, наоборот, увеличилась более чем в четыре раза. Осенние обследования подтвердили, что очаги массового размножения насекомого прекратили существование (д.б.н. С. А. Бахвалов).

Установлено, что в ходе микроэволюции формирование устойчивости насекомых к бактериям *Bacillus thuringiensis* происходит за счет повышенного базового уровня и дополнительной экспрессии антимикробных белков, а также за счет регенерационных процессов в кишечнике. Подтверждена гипотеза о том, что развитие устойчивости насекомых к бактериям происходит благодаря комплексному усилению иммунологических и физиологических защитных реакций в месте проникновения патогена – кишечнике (д.б.н. И. М. Дубовский, к.б.н. Е. В. Гризанова).

Полногеномное секвенирование североамериканского и азиатского штаммов вируса ядерного полиэдроза непарного шелкопряда *Lymantria dispar* выявило делецию гена *vef-1* в азиатском штамме, белковый продукт которого увеличивает эффективность заражения при пероральном проникновении вируса в организм непарного шелкопряда. Впервые установлено, что вирулентность штаммов энтомопатогенного вируса определяется главным образом свойствами энтомопатогена и не зависит от истории сосуществования определенных штаммов вируса с конкретными популяциями хозяина в разных частях его ареала (к.б.н. В. В. Мартеньянов, д.б.н. А. В. Ильиных).

На основании морфологических и молекулярно-генетических методов исследования локальных гнездовых популяций выявлены существенные различия между популяциями черной крачки *Chlidonias niger niger*, показано их общее происхождение за счет постепенного расселения гнездовой популяции Юго-Восточной Европы. Подтверждено предположение о промежуточной генетической структурированности вида в сравнении с крачками, обитающими на морских берегах, с одной стороны, и околотовными птицами внутренних водоемов (преимущественно, кулики) – с другой (к.б.н. А. В. Друзяка, д.б.н. Ж. И. Резникова).

Экологический успех муравьев тесно связан с их способностью защищать себя и свои пищевые ресурсы, в частности, тлей-симбионтов. Экспериментальным путем установлено, что муравьи могут распознавать зараженных спорами гриба тлей и удалять их с растения. Муравьи рода *Formica* быстро выявляют зараженных тлей и сразу же избавляются от потенциально опасного объекта. Удаление зараженных спорами гриба тлей с растения снижает риск как собственного заражения муравьев, так и развития инфекции среди их симбионтов. Своеобразное «карантинное» поведение муравьев рода *Formica* играет важную роль в их взаимодействии с тлями в качестве профилактического механизма и вносит свой вклад в экологический успех муравьев (д.б.н. Т. А. Новгородова).

Выявлены основные факторы поддержания Обь-Иртышского очага описторхоза: равнинный рельеф региона, который обуславливает возможность перемещения инвазированных рыб через сообщающиеся водоемы и водотоки в периоды весеннего и осеннего паводков; доступность для диких животных ослабленной (под действием зимней гипоксии) рыбы, скапливающейся в зоне прибрежных мелководий; возможность переноса описторхид карповыми на большие расстояния от очагов заражения в связи с нерестовыми и зимовальными миграциями (д.б.н. Е. Н. Ядренкина).

Исследованы широтные миграции стрекоз, обладающих обширными ареалами, охватывающими разные природно-климатические зоны по обе стороны экватора. С помощью изотопного анализа впервые получено фактическое подтверждение явления широтных миграций стрекоз. Исследование соотношения стабильных изотопов в инертных тканях организмов (крыльях стрекоз) и сопоставление полученных показателей с имеющимися изотопными картами позволило определить предполагаемую область происхождения видов-мигрантов. Установлено, что, по крайней мере, три вида стрекоз весной для размножения прилетают в Среднюю Азию из тропических и субтропических частей ареалов. При этом протяженность миграционных маршрутов, даже напрямую, может превышать 4000 км (д.б.н. С. Н. Борисов).

Направление 52. Биологическое разнообразие

С помощью метода стабильных изотопов изучена трофическая структура сообщества членистоногих. Исследования проводили в ряду сменяющих друг друга биоценозов, начиная от центра колка к середине степного участка (колок – опушка – степь). Определен изотопный состав азота и углерода для почвы, подстилки, опада, доминирующих видов растений и членистоногих. Впервые проведен сравнительный анализ трофических предпочтений трех групп хищных герпетобионтов – жужелиц, муравьев и пауков. Установлено, что жужелицы занимают в лесостепной экосистеме от двух до трех трофических уровней, пауки и муравьи – от одного до двух. Трофические ниши исследованных групп герпетобионтных членистоногих перекрываются слабо. При переходе от колка к степным биотопам существенные изменения в питании выявлены только у муравьев. У жужелиц и пауков спектры питания существенно не изменяются (к.б.н. И. И. Любечанский).

Основные публикации

Bakhvalova V. N., Chicherina G. S., Potapova O. F., Panov V. V., Glupov V. V., Potapov M. A., Seligman S. J., Morozova O. V. 2016. Tick-borne encephalitis virus diversity in ixodid ticks and small mammals in South-Western Siberia, Russia. // Vector – borne and zoonotic diseases. 16 (8): 541–549.

Barkalov A. V., Ichige K. 2016. Review of the Asian species of the subgenus *Neocheilosia* Barkalov (Diptera, Syrphidae), with description of new species // Zootaxa, 4150 (5): 571–580.

Bugrov A. G., Ilinsky Yu. Yu., Strunov A., Zhukova M., Kiseleva E., Akimoto S. Tatsuta H. 2016. First evidence of *Wolbachia* infection in populations of grasshopper *Podisma sapporensis* (Orthoptera: Acrididae) // Entomological Science. Vol. 19. P.296–300.

Chernyak E. I., Yushkova Y. V., Pavlushin S. V., Nikolenko S. O., Martemyanov V. V., Morozov S. V. 2016. Dynamics of Biologically Active Compound Contents from *Betula pendula* Leaves During Early Leaf Development. // Chemistry of natural compounds. 52: 193–198.

Dubatolov V. V., Zolotuhin V. V., Witt Th. J. 2016. Revision of *Lithosia* Fabricius, 1798 and *Conilepia* Hampson, 1900 // Zootaxa. Vol. 4107. N 2. P. 175–196.

Dubovskiy I. M., Grizanova E. V., Whitten M. M. A., Mukherjee K., Greig C., Alikina T., Kabilov M., Vilcinskis A., Glupov V. V., Butt, T.M. 2016. Immuno-physiological adaptations confer wax moth *Galleria mellonella* resistance to *Bacillus thuringiensis* // Virulence. 7, 8, 860–870.

Dubovskiy I. M., Kryukova N. A., Glupov V. V., Ratcliffe N. A. 2016. Encapsulation and nodulation in insects // Invertebrate Survival Journal, 13: P. 229–246.

Hoberg E. P., Makarikov A. A., Tkach V. V., Meagher S., Nims T. N., Eckertlin R. P., Galbreath K. E. Insights on the host associations and geographic distribution of *Hymenolepis folkertsii* (Cestoda: Hymenolepididae) among rodents across temperate latitudes on North America. Parasitology Research, 2016. 115: 4627–4638. DOI: 10.1007/s00436-016-5255-3

Kashinskaya E. N., Andree K. B., Simonov E. P., Solovyev M. M. DNA extraction protocols may influence biodiversity detected in the intestinal microbiome: a case study from wild Prussian carp, *Carassius gibelio* // FEMS Microbiology Ecology. 2016.

Мартемьянов В. В., Кабилов М. Р., Тупикин А. Е., Батурина О. А., Белоусова И. А., Поджвайт Дж. Д. (Podgwaite J.D.), Ильиных А. В., Власов В. В. 2015. Ген энхансина – одна из генетических детерминант популяционной изменчивости вирулентности бакуловирусов. ДАН. 465, № 1, с. 108–110

Maksimova I. A., Glushakova A. M., Kachalkin A. V., Chernov I. Yu., Panteleva S. N., Reznikova Zh.I. 2016. Yeast Communities of *Formica aquilonia* Colonies. Microbiology. Vol. 85, No. 1, pp. 124–129. DOI 10.1134/S0026261716010045

Martemyanov V. V., Belousova I. A., Pavlushin S. V., Dubovskiy I. M., Ershov N. I., Alikina T. Y., Kabilov M. R., Glupov V. V. 2016 Phenological asynchrony between host plant and gypsy moth reduces insect gut microbiota and susceptibility to *Bacillus thuringiensis*. // Ecology and evolution. 6: 7298–7310.

Sushchik N. N., Yurchenko Y. A., Belevich O. E., Kalachova G. S., Kolmakova A. A. and Gladyshev M. I. 2016. Waterbugs (Heteroptera: Nepomorpha and Ger-

romorpha) as sources of essential n-3 polyunsaturated fatty acids in Central Siberian ecoregions. // *Freshwater Biology*. Vol. 61. I. 10. P. 1787–1801. doi:10.1111/fwb.12818

Tomilova O. G., Kryukov V. Yu., Duisembekov B. A., Yaroslavtseva O. N., Tyurin M. V., Kryukova N. A., Skorokhod V., Dubovskiy I. M., Glupov V. V. 2016. Immune-physiological aspects of synergy between avermectins and the entomopathogenic fungus *Metarhizium robertsii* in Colorado potato beetle larvae // *Journal of Invertebrate Pathology*. V. 140. P. 8–15.

Yurlova N. I., Yadrenkina E. N., Rastyazhenko N. M., Serbina E. A., Glupov V. V. 2016. Opisthorchiasis in Western Siberia: epidemiology and distribution in human, fish, snail, and animal populations // *Parasitology International*, 2016.

Ильиных А. В., Поленогова О. В. Доказательство вертикальной передачи вируса ядерного полиэдроза в ряду генераций непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.). // *Вопросы вирусологии*. 2016. Т. 61. № 2. С. 85–88.

Легалов А. А., Дудуко Р. Ю. Первые находки четвертичных насекомых на юге Западной Сибири // *Природа*. № 10. С. 90–92.

Пантелеева С. Н., Резникова Ж. И., Синькова О. Б. 2016. Пространственно-этологические аспекты взаимодействия мелких млекопитающих с рыжими лесными муравьями. *Журнал общей биологии*. 2016. т. 77, № 5, с. 346–358.

Тюрин М. В., Крюков В. Ю., Ярославцева О. Н., Елисафенко Е. А., Дубовский И. М., Глупов В. В. 2016. Развитие микозов и иммунные реакции личинок колорадского жука при инфицировании энтомопатогенными грибами *Metarhizium robertsii*, *M. brunneum* и *M. raphigi* // *Журнал эволюционной биохимии и физиологии*. Т. 52. № 3. С. 226–232.

Юрлова Н. И. 2016. Продукция и биомасса трематод (Digenea) в озерных экосистемах // *Доклады Академии Наук*, 2016, Т. 466, 4, С. 500–503.

Опубликовано: всего 172 статьи в ведущих журналах, из них 100 в российских и 72 в зарубежных журналах, 76 в журналах, индексируемых Web of Science; 12 статей в сборниках научных работ, 42 статьи в сборниках материалов российских конференций и 19 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, 4 монографии и 2 учебных пособия.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – академик РАН Н. А. Колчанов

Направление 53. Общая генетика

Изучено аллельное разнообразие генов *Vrn-A1*, *Vrn-B1* и *Vrn-D1*, контролирующих тип развития, у 148 сортов яровой мягкой пшеницы, возделываемых в Западной Сибири. Показано, что современные сорта Западной Сибири имеют широко распространенный в мире аллель *Vrn-A1a*, один или в комбинации с аллелями *Vrn-B1a* и *Vrn-B1c*, и характеризуются более ран-

ним колошением и созреванием. Основной вклад в ускорение периода всходы–колошение определяется доминантным аллелем *Vrn-A1a*. Аллель *Vrn-A1b*, напротив, определяет более позднее колошение растений и встречается у сортов с частотой 8% (д.б.н. Л. А. Першина, к.б.н. Т. Т. Ефремова).

Из S-генома *Aegilops speltoides* и G-генома *Triticum timopheevii* впервые выделены и охарактеризованы полноразмерные последовательности гена *Chi*, кодирующего ключевой фермент биосинтеза флавоноидов халконфлаванонизомеразу. Сравнительный анализ последовательностей показал независимое происхождение В-генома *T.aestivum* и G-генома *T.timopheevii* от разных образцов *Ae.speltoides*. Выявленные аминокислотные замены не влияют на 3D-структуру белков и организацию функциональных центров, однако замещение гена *Chi-B1* мягкой пшеницы на гены *Chi-S1* или *Chi-G1* приводит к снижению общего уровня мРНК *Chi* в колеоптиле, свидетельствуя о дивергенции в регуляторных областях (д.б.н. Е. К. Хлесткина, к.б.н. О. Ю. Шоева).

Из-за большой генетической гетерогенности и полиморфного фенотипического проявления генетические факторы депрессии человека долгое время оставались неизвестными. Ранее оценивалось, что для их идентификации требуются выборки размером >75,000 человек. Впервые удалось уменьшить размер выборки в 37 раз (@ 2000 чел.) и идентифицировать один из генов, участвующих в контроле депрессии. Показано, что статистически значимый и подтвержденный на независимой выборке сигнал ассоциации обусловлен редкими несинонимическими заменами в гене *NKPD1*, которые усиливают депрессивные симптомы в европейской популяции (д.б.н. Т. И. Аксенович, к.б.н. Н. М. Белоногова).

Обнаружено, что у неотропических мух *D. paulistorum*, представленных комплексом подвидов, каждый подвид инфицирован специфическим штаммом бактерии *Wolbachia*, который заселяет различные отделы мозга хозяина (как правило, области мозга, отвечающие за восприятие звука, обработку информации, память и обучение). В природе между этими подвидами существует презиготическая изоляция: самка, несущая один штамм *Wolbachia*, игнорирует самца – носителя другого штамма. Показана прямая корреляция между поведенческим фенотипом и наличием бактерий в специфических областях мозга: если подавить бактерии антибиотиком, самка перестает избирательно распознавать самца своего подвида. По-видимому, *Wolbachia* является главным фактором презиготической изоляции своего хозяина и формирования новых видов (к.б.н. А. А. Струнов, к.б.н. Е. В. Киселева).

Отдаленная гибридизация является основным способом переноса новых хозяйственно-ценных генов, однако гибридные формы часто стерильны, и механизмы восстановления фертильности малоизучены. Впервые показано, что формирование нередуцированных (фертильных) гамет у межродовых гибридов пшеницы и ржи связано с замещениями хромосом 1R/1A, 5R/5D и 6R/6A. Гаметы образуются в ходе измененного мейоза, включающего либо (1) деление, подобное митозу, при котором происходит первое и единственное деление, либо (2) формирование монополярного веретена, блокирующего первое деление мейоза, а второе деление остается функциональным. Предполагается, что эти варианты восстановления фертильности связаны

с молекулярными механизмами, обеспечивающими стабильность гаметогенеза у растений, находящихся в стрессовых условиях (к.б.н. О. Г. Силкова, к.б.н. Д. Г. Логинова).

Предполагается, что анти-апоптозный белок Bcl-xL может быть вовлечен в ряд нейропластических процессов. Для многих белков нейропластичности характерна зависимость параметров их экспрессии от активности нейрона. Наличие такого свойства у белка Bcl-xL выясняли путем оптогенетической стимуляции *in vivo* глутаматергических нейронов гиппокампа, экспрессирующих каналородопсин ChR2H134. Оптогенетическая активация значительно увеличивала содержание анти-апоптозного белка Bcl-xL в фоточувствительных нейронах, а также в окружающих их клетках. Обнаруженная зависимость экспрессии анти-апоптозного белка от активности нейрона является первым свидетельством наличия у Bcl-xL важного свойства, необходимого белку – участнику процессов нейропластичности, что позволяет рассматривать этот белок в качестве новой терапевтической мишени при патологиях, связанных с нарушениями функции мозга (чл.-к. Н. Н. Дыгало, к.б.н. Д. А. Ланшаков).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Разработан новый подход к поиску регуляторных SNPs (rSNPs), основанный на анализе комплекса полногеномных данных по распределению мест связывания транскрипционных и гистоновых модификаций (данные ChIP-seq), а также транскриптомов (RNA-seq). Применение подхода для анализа клеточных линий колоректального рака позволило выявить 36 новых связанных с этим заболеванием SNPs в регуляторных районах 41 гена и обнаружить 16 новых генов-кандидатов данной патологии. Выявленные rSNPs перспективны для рассмотрения в качестве предикторов развития рака толстого кишечника (д.б.н. Т. И. Меркулова, к.б.н. Л. О. Брызгалов).

Обнаружено новое универсальное свойство наиболее активно делящихся раковых клеток – способность к специфическому захвату фрагментов двуцепочечной ДНК из межклеточного пространства, которое использовано при разработке нового противоопухолевого препарата «Панаген». В результате применения этой технологии на модели лабораторных животных с перевитыми опухолями до 75% экспериментальных животных полностью вылечиваются от рака Кребс-2. По результатам второй фазы клинических испытаний на пациентах с раком молочной железы основное действие «Панаген» оказывает на тяжелых стадиях заболевания (IIIВ и IIIС). Включение препарата в курс химиотерапии позволит увеличить эффективность лечения рака молочной железы на 30% (д.б.н. С. С. Богачев, к.б.н. Е. В. Долгова, к.б.н. Е. А. Поттер).

Ранее установлено, что у крыс OXYS спонтанно развиваются основные диагностические признаки болезни Альцгеймера (БА), что позволило рассматривать эту генетическую линию как уникальную модель спорадической формы БА (соответствует ~95% случаев этого заболевания). В результате исследования на крысах OXYS связей между проявлением признаков БА и дисфункцией митохондрий получены аргументы в пользу ключевой роли

последних в развитии болезни Альцгеймера. Установлена связь нейропротекторных эффектов митохондриального антиоксиданта SkQ1 (пластохинонил-децил-трифенилфосфония) – его способности предупреждать и/или снижать выраженность признаков БА у крыс OXYS – с влиянием препарата на структурно-функциональные параметры митохондрий мозга (д.б.н. Н. Г. Колосова, д.б.н. Н. А. Стефанова, к.м.н. Н. А. Муралева).

Показано, что уровень заболеваемости раком желчных путей коррелирует с уровнем заболеваемости описторхозом. Согласно официальным данным о заболеваемости населения Российской Федерации описторхозом, наиболее напряженный очаг этого биогельминтоза расположен в Западной Сибири. В этом же регионе, согласно публикациям российских исследователей, наблюдается высокий уровень заболеваемости раком печени. Показательно, что представленность видов рака печени в Москве (представительный регион Центральной России) и Тюмени различается. В Москве доминирует гепатоцеллюлярная карцинома, онкологическое осложнение хронических вирусных гепатитов, тогда как в Тюмени более часто встречается рак желчных путей, холангиокарцинома, ассоциированный с описторхозом (д.б.н. В. А. Мордвинов, к.б.н. М. Ю. Пахарукова).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Для выявления клеточных механизмов гибридной стерильности животных был проведен анализ синапсиса и рекомбинации хромосом у стерильных гибридов полевок *Microtus arvalis* и *M. levis*, которые дивергировали около 1 млн лет назад и различаются по более чем 15 хромосомных перестроек. У самок гибридов обнаружены нарушения синапсиса хромосом с образованием уни- и мультивалентов. Предполагается, что причиной нарушения синапсиса является дивергенция последовательностей участвующих в опознавании гомологов, которая затрудняет выбор между гомологичными и эктопическими межхромосомными контактами, а незавершенный синапсис включает программу апоптоза и ведет к гибели большинства ооцитов (д.б.н. П. М. Бородин, к.б.н. А. А. Торгашева).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Впервые был проведен мета-анализ опубликованных данных по дифференциальной экспрессии генов арабидопсиса в ответ на обработку экзогенным ауксином, который является одним из основных регуляторов роста и развития растений. Механизм действия ауксина на экспрессию генов опосредован связыванием транскрипционных факторов семейства ARF с сайтами связывания AuxRE в промоторах генов растений. Канонический AuxREs представлен мотивом TGTCTC, в котором первые четыре нуклеотида критичны для связывания ARF. Проведенное исследование позволило выявить новые варианты мотива TGTCNN, специфически влияющие на паттерн экспрессии: TGTCTC, TGTCCC и TGTCTG были ассоциированы с активацией генов в ответ на ауксин, TGTCAT – с подавлением экспрессии, а мотив TGTCGG значимо ассоциирован с ауксиновым отве-

том независимо от направления изменения экспрессии и от стадии ответа (к.б.н. В. В. Миронова, ак. Н. А. Колчанов).

Реконструкция и анализ молекулярно-генетических сетей, описывающих взаимодействия вирус–хозяин, являются перспективным путем поиска высокоэффективных мишеней для разработки лекарственных препаратов. С помощью автоматического анализа текстов научных публикаций были выявлены более 600 белков человека, участвующих во взаимодействиях с белками вируса гепатита С (ВГС), и построены ассоциативные сети. В качестве потенциальных фармакологических мишеней были отобраны белки, обладающие высокой центральностью в сети (взаимодействующие с тремя и более вирусными белками). Белок человека энолаза 1 (ENO1) взаимодействует с NS3, NS5A, NS5B и коровым белком ВГС и может быть мишенью для лекарств, перспективных для лечения воспаления легких, неходжкинской лимфомы и глиомы. С помощью методов молекулярного моделирования проведен дизайн низкомолекулярных химических соединений – потенциальных ингибиторов ENO1 (к.б.н. В. А. Иванисенко, к.т.н. П. С. Деменков).

Направление 62. Биотехнология

Облучение биологических объектов терагерцовым излучением при помощи лазера на свободных электронах Новосибирского центра синхротронного и терагерцового излучения показало, что нетермическое воздействие терагерцового (ТГц) излучения не вызывает мутационных событий, не обладает генотоксическим действием на клетки прокариот и не вызывает хромосомных aberrаций в стволовых клетках человека. Проведена идентификация комплекса белков, участвующих в ответе клеток археи *Halorubrum saccharovororum* H3, выделенной из природной экстремальной среды обитания, на излучение ТГц-диапазона. Методами протеомного анализа проведена идентификация белков, изменяющих уровень экспрессии в результате действия ТГц-излучения. Установлено, что на ТГц-излучение реагируют система окислительного стресса и система гомеостаза переходных металлов, тогда как реакции белков, реагирующих на присутствие антибиотиков, и белков теплового шока не выявлено (к.б.н. С. Е. Пельтек, И. А. Мецзякова, Е. А. Демидов).

Основные публикации

Zhernakova A., Kurilshikov A., Aulchenko Y. S. et al. Population-based metagenomics analysis reveals markers for gut microbiome composition and diversity. *Science*. 2016. V. 352 (6285). P. 565–569.

Mallick S., Li H., Lipson M., Posukh O. L. et al. The Simons Genome Diversity Project: 300 genomes from 142 diverse populations. *Nature*. 2016. V. 538 (7624). P. 201–206.

Pagani L., Lawson D. J., Jagoda E., Gubina M., Lichman D. V., Voevoda M., Osipova L. P. et al. Genomic analyses inform on migration events during the peopling of Eurasia. *Nature*. 2016. V. 538 (7624). P. 238–242.

Avustinovich D. F., Marenina M. K., Zhanaeva S. Ya., Tenditnik M. V., Kaktokhin A. V., Pavlov K. S., Sivkov A. Yu., Vishnivetskaya G. B., Lvova M. N., Tolstikova T. G., Mordvinov V. A. Combined effects of social stress and liver fluke infection in a mouse model. *Brain Behavior and Immunity*. 2016. V. 53. P. 262–272.

Bakeeva L. E., Eldarov C. M., Vangely I. M., Kolosova N. G., Vays V. B. Mitochondria-targeted antioxidant SkQ1 reduces age-related alterations in the ultrastructure of the lacrimal gland. *Oncotarget*. 2016. V. 7 (49). P. 80208–80222.

Belonogova N. M., Svishcheva G. R., Axenovitch T. I. FREGAT: an R package for region-based association analysis. *Bioinformatics*. 2016. V. 32 (15). P. 2392–2393.

Chereji R. V., Kan T.-W., Grudniewska M. K., Romashchenko A. V., Berezikov E., Zhimulev I. F., Guryev V., Morozov A. V., Moshkin Y. M. Genome-wide profiling of nucleosome sensitivity and chromatin accessibility in *Drosophila melanogaster*. *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (3). P. 1036–1051.

Hoffmann R. F., Moshkin Y. M., Mouton S., Grzeschik N. A., Kalicharan R. D., Kuipers J., Wolters A. H. G., Nishida K., Romashchenko A. V., Postberg J., Lipps H., Berezikov E., Sibon O. C. M., Giepmans B. N. G., Lansdorp P. M. Guanine quadruplex structures localize to heterochromatin. *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (1). P. 152–163.

Kulikova E., Bazovkina D., Akulov A., Tsybko A., Fursenko D., Kulikov A., Naumenko V., Ponimaskin E., Kondaurova E. Alterations in pharmacological and behavioural responses in recombinant mouse line with an increased predisposition to catalepsy: role of the 5-HT1A receptor. *British Journal of Pharmacology*. 2016. V. 173(13). P. 2147–2161.

Lanshakov D., Sukhareva E., Kalinina T., Dygalo N. Dexamethasone-induced acute excitotoxic cell death in the developing brain. *Neurobiology of Disease*. 2016. V. 91. P. 1–9.

Likhoshvai V. A., Kogai V. V., Fadeev S. I., Khlebodarova T. M. Chaos and hyperchaos in a model of ribosome autocatalytic synthesis. *Scientific Reports*. 2016. V. 6. N 38870.

Poletto M., Legrand A. J., Fletcher S. C., Dianov G. L. p53 coordinates base excision repair to prevent genomic instability. *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (7). P. 3165–3175.

Ponomarenko P., Rasskazov D., Suslov V., Sharypova E., Savinkova L., Podkolodnaya O., Podkolodny N., Tverdokhleby N., Chadaeva I., Ponomarenko M., Kolchanov N. Candidate SNP markers of chronopathologies are predicted by a significant change in the affinity of TATA-binding protein for human gene promoters. *Frontiers in immunology*. 2016. V.7. N 130.

Potter E. A., Dolgova E. V., Proskurina A. S., Minkevich A. M., Efremov Y. R., Taranov O. S., Omigov V. V., Nikolin V. P., Popova N. A., Bayborodin S. I., Ostantin A.A., Chernykh E.R., Kolchanov N.A., Shurdov M.A., Bogachev S.S. A strategy to eradicate well-developed Krebs-2 ascites in mice. *Oncotarget*. 2016. V. 7(10). P. 11580–11594.

Опубликовано: 417 статей, из них 204 на русском языке в российских журналах и 185 на иностранных языках в зарубежных журналах, 17 статей в сборниках материалов российских конференций и 11 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, 8 монографий, 4 главы в монографиях, 1 учебное пособие.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СИБИРСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук Е. В. Банаев

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые проведена оценка участия видов лишайников в основных типах горных и равнинных фитоценозов Западной Сибири. Получены данные об участии лишайников в 28 основных типах горных фитоценозов южного горного обрамления Западной Сибири и 38 типах фитоценозов Западно-Сибирской равнины. Установленное видовое разнообразие лишайнобиоты насчитывает 1903 вида из 333 родов. Описано 2 новых для науки вида; 4 вида лишайников найдены на территории России впервые (д.б.н. Н. В. Седельникова).

Показано влияние активных тектонических процессов на увеличение репродуктивной способности, генетического и фенотипического полиморфизма природных популяций модельного вида жимолости синей (*Lonicera caerulea*, Caprifoliaceae), как основных показателей микроэволюционных преобразований. Установлено изменение вторичного метаболизма, достоверно связанное с концентрацией ключевых в физиологии растений химических элементов и их соотношениями, которое может быть одним из механизмов защиты растений от стрессовых воздействий. Популяции лекарственных и пищевых растений в этих зонах могут быть источником ценных для введения в культуру генотипов (к.б.н. И. Г. Боярских, А. И. Куликова).

Разработан новый количественный метод оценки состояния пригородных лесов, основанный на анализе дорожно-тропиночной сети с помощью спутниковых данных и ГИС-технологий. Метод апробирован на модельном участке площадью 50 га в пределах Новосибирского Академгородка. Картирование с последующим построением буферных зон и плотностных сеток, учитывающих степень загруженности территории тропами разного типа, показало, что площадь участков, которые можно рассматривать в качестве сохранившихся в ненарушенном состоянии фрагментов естественных экосистем, составила лишь 2,3% от всей исследуемой территории (д.б.н. Н. Н. Лащинский).

Основные публикации

Ambros E. V., Vasilyeva O. Yr., Novikova T. I. Effects of in vitro propagation on ontogeny of *Rosa canina* L. micropropagated plants as a promising rootstock for ornamental roses. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2016. V. 17. Iss. 1-2. P. 72–78.

An'kova T. V., Lomonosova M. N., Chepinoga V. V. Alliaceae, Apiaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Caprifoliaceae, Gentianaceae, Geraniaceae, Plantaginaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Violaceae In Marhold K. (ed.), IAPT/IOPB chromosome data 22. *Taxon*. 2016. V. 65 (5). E 1-2.

Ermolaeva N. I., Zarubina E. Yu., Romanov R. E., Leonova G. A., Puzanov A. V. Hydrobiological conditions of sapropel formation in lakes in the south of western Siberia. *Water Resources*. 2016. V. 43(1). P. 129–140.

Zvyagina N. S., Dorogina O. V., Krasnikov A. A. Genetic differentiation and karyotype variation in *Hedysarum chajyrakanicum*, an endemic species of Tuva Republic, Russia. *Indian Journal of Experimental Biology*. 2016. V. 54. N 5. P. 338–344.

Zvyagina N. S., Dorogina O. V., Catalan P. Genetic relatedness and taxonomy in closely related species of *Hedysarum* (Fabaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*. 2016. V. 69. P. 176–187.

Selyutina I. Yu., Konichenko E. S., Sandanov D. V., Dorogina O. V. Genetic diversity of the endangered endemic milkvetch *Astragalus sericeocanus* Gontsch. (Fabaceae) from the Lake Baikal region. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2016. V. 68. P. 163–169.

Romanov R. E., Kopyrina L. I. *Tolypella canadensis* (Charales, Charophyceae) in Asia: final evidence of its circumpolar distribution. *Nova Hedwigia*. 2016. V. 102. Iss. 3-4. P. 423–427.

Kun-Li Xiang, Sheng-Dan Wu, Yu Sh.-X., Liu Y., Jabbour F., Erst A., Zhao L., Wang W., Chen Z.-D. The First Comprehensive Phylogeny of *Coptis* (Ranunculaceae) and Its Implications for Character Evolution and Classification. *PLOS ONE*. 2016. E 11(4): e0153127.doi:10.1371/journal.pone.0153127.

Mandák B., Krak K., Vít P., Pavlíková Z., Lomonosova M.N., Habibi F., Lei W., Jellen E.N., Douda J. How genome size variation is linked with evolution within *Chenopodium sensu lato*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 2016. V. 23. P. 18–32.

Uotila P., Lomonosova M. N. Taxonomic circumscription and synonymy of *Chenopodium karoii* and *C. acerifolium* (Chenopodiaceae). *Ann. Bot. Fenn.* 2016. V. 53. P. 223–237.

Vít P., Krak K., Trávníček P., Douda J., Lomonosova M., Mandák B. Genome size stability across Eurasian *Chenopodium* species (Amaranthaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 2016. V. 182 (3). P. 637–649.

Chacon J., Luebert F., Hilger H., Ovchinnikova S., Selvi F., Cecchi L., Guiliams C. M., Hasenstab-Lehman K., Sutory K., Simpson M. G., Weigend M. The borage family (Boraginaceae s. str.): a revised infrafamilial classification based on new phylogenetic evidence, with emphasis on the placement of some enigmatic genera. *Taxon*. 2016. V. 65 (3). P. 523–546.

Nabieva A. Yu., Ferschalova T. D. and Tsybulya N. V. Search for the methods of the optimal reproduction of *Begonia variegata* in connection with its antimicrobial properties. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2016. V. 17. Iss. 7–8. P. 290–298.

Zaytseva Yu. G., Poluboyarova T. V., Novikova T. I. Effects of thidiazuron on in vitro morphogenic response of *Rhododendron sichotense* Pojark. and *Rhododendron catawbiense* cv. Grandiflorum leaf explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*. 2016. V. 52. Iss. 1. P. 56–63.

Zhelenichenko T. V., Novikova T. I., Banaev E. V. Effect of NaCl on the embryo rescue of *Nitraria sibirica*. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2016. V. 1. Iss. 5-6. P. 184–190.

Erst A. A., Zheleznychenko T. V., Badulina A. A., Zibareva L. N., Kovzunova O. V. Biosynthesis of phytoecdysteroids in the Hairy root culture of *Silene linicola* C.C. Gmelin. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2016. Vol. 17. Iss. 7–8. P. 326–334.

Korolyuk E. A., Lomonosova M. N., Aleshina T. Eu. Karyotypes of two endemic species of *Asterothamnus* Novopokr. (Asteraceae) from South Siberia (Tuva). *Turczaninowia*. 2016. V. 19 (3). P. 115–119.

Polyakova M. A., Dembicz I., Becker T., et al. Scale- and taxon-dependent patterns of plant diversity 4 in steppes of Khakassia, South Siberia (Russia). *Biodivers Conserv*. 2016. P. 2251–2273.

Артемов И. А. Флора кластера «Аргут» национального парка «Сайлюгемский» (Республика Алтай) // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 4 (24). С. 42–55.

Асбаганов С. В., Кобозева Е. В., Агафонов А. В. Прорастание семян рябины сибирской в зависимости от условий хранения и обработки фитогормонами // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 28–34.

Асташенков А. Ю., Черемушкина В. А. Архитектурная модель *Nepeta mariae* (Lamiaceae) // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 4 (24). С. 22–29.

Ачимова А. А., Буглова Л. В., Васильева О. Ю. Растения Горного Алтая для ландшафтной архитектуры Сибири (семейство Ranunculaceae) // Успехи современной науки. 2016. № 7 (4). С. 110–114.

Байкова Е. В., Фершалова Т. Д., Карпова Е. А., Цыбуля Н. В., Набиева А. Ю. Изучение интродукционной коллекции рода *Begonia* L. в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (Новосибирск) // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 4 (24). С. 88–97.

Беланова А. П., Банаев Е. В., Томошевич М. А., Чиндяева Л. Н. Состояние древесных растений в разных экологических зонах сибирского города // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2 (2). С. 292–296.

Боярских И. Г., Сысо А. И., Васильев В. Г., Сиромля Т. И. Содержание полифенольных соединений, микро-и макроэлементов в стеблях и листьях *Lonicera caerulea* subsp. *pallasii* (Caprifoliaceae) // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. Вып. 1. С. 135–150.

Ветлужских Н. В. Встречаемость древесных пород в лесных фитоценозах Западной Сибири по широтному градиенту // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. № 1 (33). С. 6–17.

Власенко А. В., Новожилов Ю. К., Щепин О. Н., Власенко В. А. Гидрохория как один из способов расселения миксомицетов в пойменных биотопах юга Западной Сибири // Микология и фитопатология. 2016. Т. 50. Вып. 1. С. 14–23.

Власова Н. В., Байков К. С. Типовые образцы таксонов рода *Dianthus* (Caryophyllaceae) в коллекции Гербария им. М.Г.Попова (NSK) // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 3 (23). С. 18–21.

Горбунова И. А. Агарикоидные базидиомицеты природного парка «Ергаки» (Красноярский край) // Микология и фитопатология. 2016. Т. 50. Вып. 2. С. 89–96.

Гордеева Н. И. Особенности половой структуры ценопопуляций вида Будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 11. С. 65–69.

Гуляева А. Ф., Лащинский Н. Н., Ревушкин А. С. Пространственное распределение мелколиственных лесов Кузнецкой котловины // *Turczaninowia*. 2016. № 19 (1). С. 72–78.

Дулепова Н. А. Растительность песчаных побережий оз. Байкал (Республика Бурятия, Иркутская область) // *Растительность России*. 2016. № 29. С. 28–48.

Ермаков Н. Б., Ларионов А. В., Полякова М. А., Плугатарь Ю. В. Экологическая интерпретация высших единиц степной растительности в горах Юга Средней Сибири методом количественной ординации // *Журнал общей биологии*. 2016. Т. 77. № 4. С. 293–302.

Железниченко Т. В., Новикова Т. И., Банаев Е. В. Эффективность использования метода эмбриокультуры для преодоления покоя семян *Nitraria sibirica* (Nitragiaceae) // *Растительный мир Азиатской России* (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 4 (24). С. 56–62.

Заузолкова Н. А., Горбунова И. А. Новые сведения об агарикоидных и гастероидных базидиомицетах Минусинских котловин (Республика Хакасия, Красноярский край) // *Микология и фитопатология*. 2016. Т. 50. Вып. 2. С. 148–155.

Зуев В. В. Методологические программы современной биологической таксономии и перспективы ее развития // *Эпистемология и философия науки*. 2016. Т. 47. № 1. С. 188–204.

Зуев В. В. На пути к теории биологической таксономии // *Философия науки и техники*. 2016. Т. 2. № 1. С. 36–54.

Карнаухова Н. А. Анатомо-морфологические особенности листа *Hedysarum theinim* (Fabaceae) в Западном Алтае // *Сибирский экологический журнал*. 2016. № 3. С. 414–421.

Королюк А. Ю., Тищенко М. П., Ямалов С. М. Лесные луга Западно-Сибирской равнины и новый взгляд на систему порядка *Carici macrourae* – *Crepidetalia sibiricae* // *Растительность России*. 2016. № 29. С. 49–69.

Костикова В. А., Шалдаева Т. М. Биологически активные вещества и антиоксидантная активность растений рода *Spiraea* L. Дальнего востока России // *Химия растительного сырья*. 2016. № 2. С. 73–78.

Лащинский Н. Н., Зольников И. Д., Глушкова Н. В., Лащинская Н. В. Новый метод оценки степени антропогенной трансформации пригородных лесных массивов // *Сибирский экологический журнал*. 2016. № 5. С. 774–781.

Лащинский Н. Н., Писаренко О. Ю. Темнохвойные леса Западно-Сибирской равнины на южном пределе распространения // *Растительность России*. 2016. № 28. С. 89–107.

Лобанова И. Е., Филиппова Е. И., Высочина Г. И., Мазуркова Н. А. Противовирусные свойства дикорастущих и культивируемых растений Юго-Западной Сибири // *Растительный мир Азиатской России* (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 2 (22). С. 64–72.

Никифорова, О. Д. Типовые образцы таксонов родов *Hedysarum*, *Vicia*, *Trifolium* (Fabaceae) в коллекции Гербария имени М. Г. Попова (NSK) // Систематические заметки по материалам Гербария им. П. Н. Крылова Томского государственного университета. 2016. № 113. С. 26–36.

Полякова М. А. Закономерности формирования ценоотического разнообразия степной растительности в горно-степных ландшафтах Хакасии // Экология. 2016. № 2. С. 147–151.

Романов Р. Е., Бобоев М. Т. Харовые водоросли (Streptophyta, Charales) Южно-Таджикской депрессии // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 3. С. 275–286.

Седельникова Н. В. Лихенобиота Республики Алтай // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 1 (21). С. 11–15.

Седельникова Н. В., Седельников В. П. Высокогорная растительность Северной Азии: лишайниковые тундры // Растительный мир Азиатской России (Вестник Центрального сибирского ботанического сада СО РАН). 2016. № 3 (23). С. 55–67.

Седельникова Л. Л., Кукушкина Т. А. Содержание запасных и биологически активных веществ вегетативных органов мускари армянского (*Muscari armeniacum*) // Химия в интересах устойчивого развития. 2016. № 5. С. 647–651.

Селютин И. Ю., Кониченко Е. С., Дорогина О. В. Изменчивость и межпопуляционная дифференциация редкого вида *Gueldenstaedtia monophylla* Fisch. (Fabaceae), выявляемая методом SDS-электрофореза // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. С. 138–143.

Селютин И. Ю., Зибзеев Е. Г. Онтогенетическая структура и жизнеспособность ценопопуляций *Oxytropis sulphurea* (Fisch. ex DC.) Ledeb. в различных эколого-ценотических условиях Рудного Алтая и хребта Саур // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 422–435.

Синяевский Ю. Н., Пестунов И. А., Дубровская О. А., Рылов С. А., Мельников П. В., Ермаков Н. Б., Полякова М. А. Методы и технология сегментации мультиспектральных изображений высокого разрешения для исследования природных и антропогенных объектов // Вычислительные технологии. 2016. Т. 1. С. 127–140.

Томашевич М. А., Воробьева И. Г. Патогенная микобиота листьев рода *Populus* L. в ландшафтных объектах крупных городов Сибири // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (38). С. 42–51.

Тупицына Н. Н., Ломоносова М. Н. Новые данные о спорышах (*Polygonum*, Polygonaceae) северной части Красноярского края // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. 2016. Т. 121. Вып. 3. С. 77–78.

Фотев Ю. В., Сидорова К. К., Новикова Т. И., Белоусова В. П. Изучение нодуляции и азотфиксации у двух сортов вигны [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] при инокуляции разными штаммами ризобий (*Bradyrhizobium* sp.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20 (3). С. 348–354.

Черемушкина В. А., Асташенков А. Ю., Гусева А. А., Денисова Г. Р. Эколого-ценотическая характеристика, структура ценопопуляций и онтогенез *Lagochilus ilicifolius* (Lamiaceae) в Туве // Растительные ресурсы. 2016. Т. 52. Вып. 3. С. 381–396.

Опубликовано: всего 141 статья, из них 105 на русском языке в российских журналах и 25 на иностранных языках в зарубежных журналах, 11 статей в сборниках материалов российских конференций, 3 монографии.

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук Л. Л. Убугунов

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Описан новый вид микроспоридий *Muxobolus pronini sp.nov.* (назван в честь известного ученого-паразитолога Н. М. Пронина [1941–2015]). Паразит локализуется в полости тела (у карася бассейна оз. Байкал) и на висцеральных серозных оболочках (у карася бассейна р. Янцзы). Обнаружение *M. pronini sp. nov* у серебряного карася из водоемов бассейна оз. Байкал и бассейна р. Янцзы позволяет предполагать, что карась серебряный в бассейне Байкала имеет амурское происхождение (к.б.н. М. Д.-Д. Батуева).

Проведено комплексное изучение процессов коадаптации паразитов и иммунной системы хозяев. Показано, что плероцеркоиды цестод обладают морфологическими и биохимическими механизмами адаптации к антипаразитарной реакции иммунной системы их хозяев. Выявленные в организме цестод простагландин PGE₂ и нейромедиаторы 5НТ и ГАМК оказывают воздействие на характеристики лейкоцитов рыб и являются потенциальными иммунорегуляторами в системах «цестоды – рыбы». Интенсивность формирования секреторных продуктов у плероцеркоидов *Ligula interrupta* намного выше, чем у *Diphyllobothrium dendriticum* (к.б.н. И. А. Кутырев).

На основе анализа 11 микросателлитных локусов проанализированы процессы расселения в популяции даурской пищухи на периферии ареала в Юго-Западном Забайкалье. Установлено, что расселяются преимущественно молодые особи (91% из 1650 случаев наблюдений), дистанции расселения находятся в диапазоне от 100 до 1900 м и не различаются между полами. Анализ показателей численности зверьков показал, что дальность расселения не зависит от плотности популяции. Полученные данные необходимы для понимания и прогнозирования реакций видов животных на глобальные изменения климата (к.б.н. Н. Г. Борисова, к.б.н. Л. В. Руднева, к.б.н. А. И. Старков).

Впервые описаны сообщества жуков жужелиц степных фрагментов Восточного Саяна. Показано, что видовое разнообразие возрастает с увеличением размера пятна, с увеличением протяженности границы степного пятна и окружающих биотопов, зависит от типа окружающего биотопа. Предположено, что степные фрагменты Восточного Саяна связаны между собой через поймы рек. Впервые установлены лимиты высотного распределения для нескольких видов жужелиц (к.б.н. Л. Ц. Хобракова).

Направление 52. Биологическое разнообразие

В результате детальных исследований мхов из таксономически сложной секции *Dicranum* Hedw. (Dicranaceae, Bryophyta) доказана видовая самосто-

тельность *Dicranum orthophyllum* Broth. и впервые обнаружено его произрастание на территории России. Самостоятельность *Dicranum orthophyllum* подтверждается существенными отличиями от других видов секции как по ядерному маркеру ITS1-2 рибосомальной ДНК, так и по анатомо-морфологическим признакам. Вместе с тем обоснована неидентичность этого вида такому таксону, как *Dicranum scoparium* Hedw. var. *orthophyllum* Brid., а также выявлены дифференцирующие признаки с родственным восточноазиатским видом *Dicranum japonicum* Mitt (к.б.н. Д. Я. Тубанова).

Установлено, что в связи с потеплением и аридизацией климата в составе лесостепной растительности усиливается роль ксерофитных растений; снижается радиальный прирост деревьев в лесном компоненте лесостепных ландшафтов Внутренней Азии. Активизируются явления отмирания деревьев и древостоев, обусловленные учащением пожаров и повышением активности патогенных организмов, на фоне усиления ксеротического стресса деревьев. При этом в условиях аридизации климата лиственница сибирская характеризуется большей уязвимостью, чем сосна обыкновенная (д.б.н. О. А. Аненхонов, к.б.н. Д. В. Санданов, к.б.н. Н. К. Бадмаева).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)

Проанализированы наиболее значимые факторы, влияющие на возникновение рисков опустынивания и деградации аграрно-используемых почв Прибайкалья и Забайкалья. Анализ показывает, что при 20%-ных энергозатратах на 80% площадей аграрно-используемых почв запускаются деструктивные процессы. Для пахотных угодий приоритеты приходятся на дефляцию, эрозию и засоление. В пастбищных экосистемах приоритеты сменяются: наибольшая доля приходится на затопление и подтопление, засоление, дефляцию. При разработке природоохранных мероприятий минимизации подлежат, в первую очередь, риски приоритетных деструктивных процессов (д.б.н. А. И. Куликов, д.б.н. Л. Л. Убугунов, к.б.н. В. Л. Убугунов).

Впервые проведена оценка экологического состояния почвенного покрова на лесовых и песчаных отложениях северо-западного макросклона хребта Цаган-Дабан, дифференцирующая трансформацию основных типов почв в зависимости от пиро- и агрогенного воздействия, а также от селитебных нагрузок. Результаты важны для разработки мероприятий по сохранению разнообразия почв и повышению их плодородия в Тарбагатайском р-не, одном из самых значимых в аграрном секторе экономики Республики Бурятия (д.б.н. Н. Б. Бадмаев, к.б.н. Д. П. Сымпилова, к.б.н. Е. Ю. Шахматова, к.б.н. Б.-М. Н. Гончиков, д.б.н. А. Б. Гынинова, к.б.н. Л. Д. Балсанова, к.б.н. Ц. Ц. Цыбыкдоржиев, к.б.н. А. Ц. Мангатаев).

Впервые изучен молекулярно-массовый состав гумусовых веществ лугово-черноземных мерзлотных и каштановых почв. Установлено, что лугово-черноземная мерзлотная почва более реакционна в отношении металлов и органических соединений за счет высокого содержания высокомолекулярных фракций, а гуминовые кислоты закрепляются на месте образования, формируя аккумулятивные характеристики профиля почв. В каштановой почве гуминовые кислоты имеют фракции как с минимальными, так и с

наиболее высокими молекулярными массами, выступают агентами кислородного гидролиза минералов, обуславливая высокую их подвижность (д.с.-х.н. Г. Д. Чимитдоржиева, к.б.н. Ю. Б. Цыбенков, к.б.н. Э. О. Чимитдоржиева).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Установлено влияние температуры, pH и минерализации на функциональную активность сообществ микробных матов и осадков 15 содово-соленых озер Внутренней Азии. Микробные процессы протекают интенсивно до значения минерализации 100 г/л, при pH 9–9,8 и температуре >20 °C; в озерах с более высокой минерализацией и pH интенсивность процессов снижается. Интенсивность темновой ассимиляции углекислоты в большей степени определялась минерализацией и химическим составом воды, интенсивность сульфатредукции и фотосинтеза – pH-среды. Характер функциональной активности микробных сообществ согласуется с результатами анализа микробного разнообразия, которое в значительной степени зависит от гидрохимии исследованных экосистем (д.б.н. Е. Ю. Абидуева, к.б.н. С. В. Зайцева, к.б.н. Л. П. Козырева).

Создана и зарегистрирована программа для ЭВМ: автоматизированная информационная система «Гидрохимия и микробиология озер и термальных источников» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016660879, дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 22.09.2016) (к.б.н. Е. В. Лаврентьева, к.б.н. Д. Д. Бархуртова, к.б.н. А. А. Раднагуруева, В. С. Леонов).

Направление 62. Биотехнология

Изучена стабильность биологически активных компонентов разработанного в институте растительного средства «Атерофит» в условиях пищеварительных сред организма человека. Выявлена способность соединений к трансформации под влиянием желудочного и кишечного соков для ацилированных флавоноидов и кумаринов до их дезацилированных аналогов, а также полисахаридов до полимеров с меньшей молекулярной массой, обедненных арабинозой и глюкозой. Комплекс соединений после биотрансформации обладал более выраженной биологической активностью в сравнении с нативным комплексом. Полученные данные актуальны для объяснения механизмов действия и прогнозирования биологической активности лекарственных препаратов растительного происхождения (д.фарм.н. Д. Н. Оленников, к.фарм.н. Н. И. Каценко).

Показана возможность коррекции растительным средством «Атерофит» энергетических процессов в клетках печени крыс, нарушенных при экспериментальной дислипидемии. Химический состав указанного средства во многом определяет его фармакологические свойства. Полученные данные о коррекции энергетических процессов растительным средством актуальны при создании новых лекарственных препаратов, улучшающих энергетические процессы в тканях (к.б.н. А. А. Торопова, д.фарм.н. Д. Н. Оленников).

Основные публикации:

Kutyrev I. A., Cleveland B., Leeds T., Wiens G. D. Proinflammatory cytokine and cytokine receptor gene expression kinetics following challenge with *Flavobacterium psychrophilum* in resistant and susceptible lines of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Fish and Shellfish Immunology. 2016. V. 58. P. 542–553.

Liu X. H., Zhang J. Y., Batueva M. D., Voronin V. N. Supplemental description and molecular characterization of *Myxobolus miyarii* Kudo, 1919 (Myxosporea: Myxobolidae) infecting intestine of Amur catfish (*Silurus asotus*) // Parasitology research. 2016. V. 115. N 4. P. 1547–1556.

Masuda R., Losey R. J., Bazaliiskii V. I., Badmaev B. Ancient DNA analysis of marmot tooth remains from the Shamanka II and Lokomotiv-Raisovet cemeteries near Lake Baikal: Species identification and genealogical characteristics // Quaternary International. 2016. V. 419. P. 133–139.

Malyarchuk B., Derenko M., Denisova G., Wozniak M., Rogalla U., Dambueva I., Grzybowski T. Y chromosome haplotype diversity in Mongolic-speaking populations and gene conversion at the duplicated STR DYS385a,b in haplogroup C3-M407 // Journal of Human Genetics. 2016. V. 61. P. 491–496.

Kozyreva L., Egorova D., Anan'ina L., Plotnikova E., Ariskina E., Prisyazhnaya N., Radnaeva L., Namsaraev B. *Belliella buryatensis* sp nov., isolated from alkaline lake water // IJSEM. 2016. V. 66. N 1. P. 137–143.

Liu X.-H., Batueva M. D., Zhao Y.-Z., Zhang J. Y., Zhang Q. Q., Li T. T., Li A.-H. Morphological and molecular characterisation of *Myxobolus pronini* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) from the abdominal cavity and visceral serous membranes of the gibel carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch) in Russia and China // Parasites & Vectors. 2016. 9: 562.

Nikolaev S. M., Nikolaeva I. G., Razuvaeva Ya. G., Radnaeva L. D., Geriltu B., Dylenova E. P. Chemical and pharmacological study of the pancreoprotective remedy // World journal of pharmaceutical research. 2016. V. 5. N 5. P. 132–133.

Olennikov D. N., Chirikova N. K. Algidisides I and II, new iridoids glycosides from *Gentiana algida* // Chem. Nat. Comp. 2016. V. 52. N 4. P. 550–554.

Olennikov D. N. Ellagitannins and other phenolic compounds from *Comarum palustre* // Chem. Nat. Comp. 2016. V. 52. N 4. P. 619–621.

Selyutina, I. Yu. Genetic diversity of the endangered endemic milkvetch *Astragalus sericeocanus* Gontch., *Fabaceae* from Lake Baikal region / I. Yu. Selyutina, E. S. Konichenko, O. V. Dorogina, D. V. Sandanov // Biochemical Systematics and Ecology. 2016. Vol. 68. P. 163–169.

Tsybiktarova, L. P. Determination of vitamins B complex in *Serratula centauroides* L. / L. P. Tsybiktarova, I. G. Nikolaeva, G. G. Nikolaeva // World journal of pharmaceutical research. 2016. Vol. 5. N 4. P. 261–265.

Yalovik L. Bio-inert Dome and Columnar Structures of Mud Microvolcanism in Baikal Rift Zone. / L. Yalovik, A. Tatarinov, E. Danilova, S. Doroshkevich // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2016. Vol. 3. Issue 9. P. 2589–2601.

Кашин В. К. Содержание микроэлементов в луговых фитоценозах бассейна реки Селенги // Агрохимия. 2016. № 9. С. 54–62.

Кашкак Е. С., Белькова Н. Л., Данилова Э. В., Дагурова О. П., Намсараев Б. Б., Горленко В. М. Филогенетическое и функциональное разнообразие

прокариот мезотермального источника Хойто-Гол (Восточный Саян, Бурятия) // Микробиология. 2016. Т. 85. № 5. С. 555–567.

Раднагуруева А. А., Лаврентьева Е. В., Будагаева В. Г., Бархутова Д. Д., Дунаевский Я. Е., Намсараев Б. Б. Органотрофные бактерии горячих источников Байкальской рифтовой зоны // Микробиология. 2016. Т. 85. № 3. С. 347–360.

Сосорова С. Б., Меркушева М. Г., Болонева Л. Н., Балданова А. Н., Убугунов Л. Л. Содержание микроэлементов в солончаках Западного Забайкалья // Почвоведение. 2016. № 4. С. 459–474.

Тубанова Д. Я., Афонина О. М. *Dicranum orthophyllum* Broth (Dicranaceae, Bryophyta) – новый вид для флоры мхов России // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 11. С. 1317–1321.

Убугунов Л. Л., Куликов А. И., Убугунов В. Л. Разнообразие, риски деградации и эколого-агрохимические технологии управления плодородием почв Внутренней Азии // Проблемы агрохимии и экологии. 2016. № 2. С. 3–9.

Дугаров Ж. Н., Пронин Н. М., Батуева М. Д., Бурдуковская Т. Г., Матвеев А. Н., Пронина С. В., Сондуева Л. Д. Фауна паразитов налима *Lota lota* (L., 1758) (Gadiformes: Lotidae) водоемов Байкальской рифтовой зоны // Биология внутренних вод. 2016. № 4. С. 9–17.

Цыбенков Ю. Б., Чимитдоржиева Г. Д., Егорова Р. А., Гонгальский К. Б. Запасы органического углерода и его изотопный состав в криоморфных квазигляевых черноземах Забайкалья // Почвоведение. 2016. № 3. С. 11–18.

Чимитдоржиева Г. Д., Цыбенков Ю. Б., Мильхеев Е. Ю., Нимбуева А. З., Бодеева Е. А. Никель лесостепных экосистем Западного Забайкалья в системе: порода – почва – гумусовые вещества – растения // Агрохимия. 2016. № 3. С. 58–64.

Чимитдоржиева Э. О., Чимитдоржиева Г. Д., Цыбенков Ю. Б., Аюрова Д. Б. Элементный состав гуминовых кислот разных подтипов черноземов Забайкалья // Агрохимия. 2016. № 10. С. 71–76.

Опубликовано: всего 186 статей, из них 95 статей в отечественных рецензируемых и 34 в зарубежных журналах, 57 статей в научных сборниках; 6 монографий. Получено 4 патента РФ.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КРИОЛИТОЗОНЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Врио директора – кандидат биологических наук И. М. Охлопков

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Исследованы пути миграций тундрового дикого северного оленя на северо-западе Якутии с использованием спутниковых радиомаяков ГЛОНАСС/Argos в течение 2010–2016 гг. Выявлена реальная область распространения мигрирующей части популяции численностью в 100 тыс. голов, которая составила 325 тыс. км² (к.б.н. И. М. Охлопков, к.б.н. Е. В. Кириллин, Р. А. Кириллин).

По результатам изучения распространения и плотности населения охотничьих видов птиц и млекопитающих в Центральном Верхоянье отмечено гнездование 12 видов птиц и обитание 17 видов млекопитающих. Ряд промысловых видов в настоящее время относятся к числу охраняемых законом животным, среди которых лебедь-кликун (*Cygnus cygnus* L.), таежный гуменник (*Anser fabalis* L.) и черношапочный сурок (*Marmota camtschatica* Pallas) (д.б.н. А. П. Исаев, м.н.с. Н. В. Мамаев).

Продолжены исследования экологии занесенного в региональную Красную книгу водяного пастушка (*Rallus aquaticus*). На модельной площадке, заложенной на участке фрагментированной тайги Лено-Вилюйского междуречья (26–28 км федеральной дороги «Вилюй»), пребывая вблизи северного предела своего ареала, вид сохраняет свойственный ему одиночно-групповой тип поселения и гнездится как отдельными парами (32,3–42,9 % пар, в среднем 37,2%), так и может формировать группировки из 2–6 пар. (57,1–67,7%, в среднем 62,8%) (д.б.н. В. Г. Дегтярев).

Проведена инвентаризация малоизученных групп насекомых Якутии. Завершены исследования отряда Odonata: установлен состав фауны, выявлены особенности фенологии, сезонной и суточной активности имаго, развития преимагинальных фаз в водоемах криолитозоны, 4 редких вида рекомендованы к занесению в Красную книгу животных РС (Я) (III категория): блестящая красotka – *Calopteryx splendens* (Harris, 1776), японедка поточный – *Nihonogomphus ruptus* Selys, 1857, коромысло большое – *Aeshna grandis* (Linnaeus, 1758), зеленотелка Сальберга – *Somatochlora sahlbergi* Trybom, 1889, по одному виду (красotka японская – *Calopteryx japonica* Selys, 1869) рекомендовано изменить статус вида и включить в аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде Приложения Красной книги (к.б.н. Л. В. Сивцева).

Направление 52. Биологическое разнообразие.

По итогам многолетних исследований флоры сосудистых растений Арктической Якутии составлен конспект флоры, включающий 796 таксонов (753 вида, 37 подвидов, 6 гибридов), относящихся к 68 семействам и 222 родам. 61 вид занесен в Красную книгу Якутии, 3 – в Красную книгу России (*Rhodila rosea*, *Saxifraga lactea*, *Myosotis czekanowskii*). При продвижении с юга на север уменьшается видовое богатство, число родов и семейств, увеличивается доля видов в 10 ведущих родах и семействах. При этом на севере ведущую роль играют представители семейств *Poaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, южнее – *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae*. Наиболее полно изучена флора низовьев р. Лены (545 таксонов из 58 семейств и 182 родов). Флора арктических пустынь и полупустынь (о. Котельный) представлена 108 видами и подвидами из 50 родов и 19 семейств (к.б.н. А. А. Егорова).

В 2016 году в различных пунктах созданы реинтродукционные популяции 5 краснокнижных видов (*Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl, *Iris laevigata* Fisch. et C. A. Mey., *Adonis sibirica* Patrinx Ledeb., *Papaver jacuticum* Peschkova). Выращенные *in vitro* методом клонального микроразмножения *Lilium*

pensylvanicum и *Bergenia crassifolia* в 2016 году цвели и завязали семена на третий год после получения эксплантов (д.б.н. Н. С. Данилова, к.б.н. Е. А. Афанасьева).

Впервые выявлено единственное на данный момент местонахождение в Азии харовой водоросли *Tolypella canadensis* Sawa на территории Северо-Восточной Якутии (Romanov et al., 2015; Romanov, Корутина, 2016), вид рекомендовано включить в Красную книгу Якутии со статусом III – «редкий вид». Благодаря узкой экологической амплитуде ранее большинство ее редких известных местонахождений было известно только в Фенноскандии (к.б.н. Л. И. Копырина).

Предложено уточненное лесопожарное районирование лесного фонда РС (Я), основанное на современном лесохозяйственном и лесорастительном районировании, а также на более актуализированных данных, включая новое административное деление, данные спутникового мониторинга лесных пожаров; данных лесного фонда и лесных пожаров на территории Республики Саха (Якутия). Выделены и описаны 4 лесопожарных области и 9 округов. 19 лесничеств лесного фонда Республики Саха (Якутия) распределены по выделенным округам и областям. Составлена карта-схема лесопожарного районирования исследуемой территории (д.б.н. Ал. П. Исаев).

На основании многолетних научных исследований сотрудниками Института и их коллегами внесены предложения о включении в новую редакцию Красной книги растений Якутии 320 видов растений и 11 грибов, в том числе 260 видов сосудистых растений, 38 видов мохообразных, 1 вид водорослей, 21 вид лишайников, 11 видов грибов (д.б.н. Н. С. Данилова, к.б.н. В. И. Захарова, к.б.н. Е. И. Иванова, к.б.н. Порядина, Л. Г. Михалева и др.).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Установлено, что на прибрежных участках водоразделов реки Алазея (Северо-Восточная Якутия) длительные катастрофические паводки вызвали активное термоэрозийное и термокарстовое разрушение пород с ледовым комплексом, при котором полностью уничтожено до 40–50% площади естественного почвенного покрова лесных территорий, сопровождаемое деградацией верхних горизонтов почв поймы, тиксотропностью и гомогенизацией профиля, ухудшением структуры, тепло-физических свойств и нарушением водного режима почв (д.б.н. Р. В. Десяткин).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Сформулирована общая теория низкотемпературной устойчивости растений и животных в условиях криолитозоны. Установлено, что желтые пигменты и жирные кислоты полярных липидов осенне-вегетирующих травянистых растений играют ключевую роль в регуляции устойчивости травоядных животных к длительному низкотемпературному стрессу (д.б.н. К. А. Петров).

Направление 62 Биотехнология

В результате впервые проведенного в условиях Арктики исследования состояния неспецифических адаптивных реакций (НАР) организма мужчин-эвенков в зависимости от возраста установлено, что в двух возрастных группах (25–34 лет) и (51–64 года) выявляется наиболее высокий уровень напряженности протекания адаптивных процессов, десинхронизации функций. Именно в этих этно-гендерно-возрастных группах использование биопрепаратов из северного сырья, обладающих адаптогенным действием, наиболее эффективно (д.б.н. О. Н. Колосова).

Основные публикации

Lee Y. S., Markov N., Argunov A., Voloshina Bayarlkhagva I., D., Kim B.-J., Min M.-S., Lee H., Kim K. S. Genetic diversity and phylogeography of Siberian roe deer, *Capreolus pygargus*, in central and peripheral populations // *Ecology and evolution*. October 2016. Volume 6, Issue 20 Pages 7286–7297. DOI: 10.1002/ece3.2458.

Li B., Heijmans M. M. P. D., Berendse F., Blok D., Maximov T., Sass-Klaassen U. The role of summer precipitation and summer temperature in establishment and growth of dwarf shrub *Betula nana* in northeast Siberian tundra // *Polar biology*. July 2016, Volume 39, Issue 7, pp 1245–1255. DOI: 10.1007/s00300-015-1847-0.

Romanov R. E., Kopyrina L. I. *Tolypella canadensis* (Charales, Charophyceae) in Asia: final evidence of its circumpolar distribution // *Nova Hedwigia*. 2016. Vol. 102. Iss. 3-4. P.423-427. DOI: 10.1127/nova_hedwigia/2015/0317.

Deniskova T. E., Sermyagin A. A., Bagirov V. A., Okhlopov I. M., Gladyr E. A., Ivanov R. V., Brem G., Zinovieva N. A. Comparative analysis of the effectiveness of STR and SNP markers for intraspecific and interspecific differentiation of the genus *Ovis* // *Russian Journal of Genetics*. January 2016, Volume 52, Issue 1, pp 79–84. DOI: 10.1134/S1022795416010026.

Софронова Е. В., Потемкин А. Д. Первые сведения о печеночниках (Marchantiophyta) восточного макросклона хребта Сунтар-Хаята (Восточная Якутия) // *Бот. журн.* 2016. Т. 101. № 5. С. 581–591.

Иванова Т. И., Кузьмина Н. П., Собакин П. И. Воздействие радиоактивных элементов на микробные комплексы мерзлотных почв Якутии // *Известия РАН. Серия биологическая*. 2016. № 2. С. 146–154.

Филиппов Э. В., Троева Е. И. Радиочувствительность семян растений Центральной Якутии к острому гамма-облучению // *Растительный мир Азиатской России*, 2016, № 3 (23), с. 75–80.

Егорова А. А. Конспект флоры Арктической Якутии: Сосудистые растения. Новосибирск: Наука, 2016. 188 с.

Петров К. А. Криорезистентность растений: эколого-физиологические и биохимические аспекты / К. А. Петров; отв. ред. В. К. Войников // *Ин-т биол. проблем криолитозоны СО РАН*. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. 276 с.

Шашурин М. М., Прокопьев И. А., Шейн А. А., Хлебный Е. С., Гладкина Н. П. Способ получения усниновой кислоты из талломов лишайников с использованием предэкстракционной механохимической обработки // Патент РФ № 2582981 от 06.04.2016 (приоритет от 28.07.2014).

Опубликовано: 12 монографий, включая 6 коллективных, и 161 статья (27 – в базе WoS Core collection), в том числе 18 статей в зарубежных рецензируемых изданиях.

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА ФИЦ УУХ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор медицинских наук А. Н. Глушков

Направление 52. Биологическое разнообразие

Получены результаты, имеющее фундаментальную значимость для понимания резистентности экологических систем в условиях загрязнения окружающей среды. Впервые на модельном объекте (Караканский хребет), расположенном вблизи интенсивно развивающихся угольных разрезов, был проведен анализ последствий загрязнения окружающей среды на состояние растительного покрова. Установлено, что техногенное воздействие компенсируется экологическими системами путем перераспределения структурных показателей фитоценозов (обилие, проективное покрытие, активность видов) при сохранении флористического состава и продуктивности сообществ (д.б.н. Ю. А. Манаков., д.б.н. А. Н. Куприянов, к.б.н. Т. О. Стрельникова, к.б.н. В. И. Уфимцев, к.б.н. О. А. Куприянов).

Закончено изучение распространения инвазионных видов сосудистых растений флоры Сибири. Выявлено 58 видов-трансформеров, способных изменять структуру природных сообществ. Наибольшее количество видов-трансформеров отмечено в Алтайском крае (53), Кемеровской области (49), Омской области (46). Даны рекомендации по сдерживанию распространения инвазионных видов. Для каждого вида составлена карта распространения в Сибири с оценкой агрессивности (д.б.н. А. Н. Куприянов, к.б.н. Т. О. Стрельникова, к.б.н. С. А. Шереметова, к.б.н. И. А. Хрусталева).

В результате многолетней работы закончено исследование флоры бассейна реки Томь обосновано применение бассейновой концепции при проведении флористических исследований; проведены оценка и сравнительный анализ современного состояния 22 модельных бассейнов, выявлены тенденции развития флоры бассейна реки Томь, проведено флористическое районирование территории (к.б.н. С. А. Шереметова).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

На основе известных экспериментальных данных и полученных клинических результатов сформирована концепция иммуномодуляции гормонозависимых опухолей человека, индуцированных химическими канцерогенами окружающей среды (д.м.н. А. Н. Глушков).

Обнаружено, что риск возникновения рака легкого у мужчин и рака молочной железы у женщин возрастает при одновременном образовании антител против бензо[а]пирена и эстрадиола (к.фарм.н. Е. Г. Поленок, д.м.н. А. Н. Глушков).

Выявлены ассоциации генетического полиморфизма TNFA (rs 1800629) с раком легкого у мужчин, взаимосвязи образования антител против бензо[а]пирена и эстрадиола с генетическими полиморфизмами TNFA (rs 361525) у здоровых мужчин и IL1RN (VNTR, intron 2) и IL1B (rs 16944) у больных раком легкого (к.б.н. Л. А. Гордеева, к.фарм.н. Е. Г. Поленок).

Обнаружена ассоциация генетического полиморфизма XPD(rs 13181) с раком легкого и уровнем хромосомных образований у мужчин (к.б.н. В. И. Минина, к.б.н. Я. А. Савченко).

Получены человеческие рекомбинантные анти-идиотипические антитела против бензо[а]пирена (к.б.н. В. А. Устинов, К. В. Арнт). Полученные результаты используются в разработке комплекса иммунологических и молекулярно-генетических методов определения канцерогенных рисков у работников угледобывающей и углеперерабатывающей отраслей промышленности по гранту РНФ № 16-15-00034.

Основные публикации

Druzhinin V., Bakanova M., Fucic A., Golovina T., Savchenko Y., Sinitsky M., Volobaev V. Lymphocytes with multiple chromosomal damages in a large cohort of West Siberia residents: Results of long-term monitoring // Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. 2016. Vol. 784. P. 1–7.

Fucic A., Aghajanyan A., Druzhinin V., Minina V., Neronova E. Follow-up studies on genome damage in children after Chernobyl nuclear power plant accident // Archives of Toxicology. 2016. № 1. P. 1–13.

Glushkov A., Polenok E., Kostyanko M., Antonov A., Verzhbitskaya N., Vafin I., Ragozhina S. Postmenopausal breast cancer risk in relation to antibodies specific to benzo[a]pyrene, estradiol and progesterone // Iran J. Cancer Prev. 2016. Vol. 9 (2). e4212.

Larionov A. V., Sinitsky M. Yu., Druzhinin V. G., Volobaev V. P., Minina V. I. DNA excision repair and double-strand break repair gene polymorphisms and the level of chromosome aberration in children with long-term exposure to radon // International Journal of Radiation Biology. 2016. № 1. P. 1–9.

Lyskov D. F., Kljuykov E. V., Samigullin T. H., Ukrainskaja U. A., Khrustaleva I. A. Prangos multicostrata (Apiaceae), a new species from eastern Kazakhstan // Phytotaxa. 2016. 277 (1). P. 068 076 (<http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.277.1.6>).

Minina V. I., Sinitsky M. Yu., Druzhinin V. G., Fucic A., Bakanova M. L., Ryzhkova A. V., Savchenko Y. A., Timofeeva A. A., Titov R. A., Voronina E. N., Volobaev V. P., Titov V. A. Chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes of lung cancer patients exposed to radon and air pollution // Eur. J. Cancer Prevention. 2016. Vol. 25 (4). P. 70–77.

Minina V. I., Druzhinin V. G., Golovina T. A., Tolochko T. A., Meyer A. V., Volkov A. V., Bakanova M. L., Savchenko Ya. A., Ryzhkova A. V., Larin S. A., Titov R. A., Kulemin Yu. E. Dynamics of the Level of Chromosomal Aberrations in Residents of Industrial Cities under the Conditions of Changing Atmospheric Pollution // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2016. Vol. 6 (2). P. 169–177.

Shatalina I. V., Gareeva Yu. V., Gordeeva L. A., Voronina E. N., Sutulina I. M., Filipenko M. L. Associations of GSTM1 (del) and GSTP1 (Ile105Val) genetic polymorphisms and smoking in a family with congenital malformations // Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2016. Vol. 6 (2). P. 197–201.

Sinitsky M. Yu., Minina V. I., Gafarov N. I., Asanov M. A., Larionov A. V., Ponasenko A. V., Volobaev V. P., Druzhinin V. G. Assessment of DNA damage in underground coal miners using the cytokinesis-block micronucleus assay in peripheral blood lymphocytes // Mutagenesis. 2016. Vol. 31 (6). P. 669–675.

Volobaev V., Sinitsky M., Larionov A., Druzhinin V., Gafarov N., Minina V., Kulemin J. Modifying influence of occupational inflammatory diseases on the level of chromosome aberrations in coal miners // Mutagenesis. 2016. Vol. 31 (2). P. 225–229.

Глушков А. Н., Поленок Е. Г., Гордеева Л. А., Мун С. А., Тутов В. А., Костяно М. В., Вафин И. А., Рагожина С. Е. Антитела против бензо[а]пирена и полиморфизм CYP1A1*2A, CYP1A2*1F, GSTT1, GSTM1 у здоровых мужчин и больных раком легкого // Медицинская иммунология. 2016. Т. 18, № 1. С. 41–50.

Уфимцев В. И., Беланов И. П., Куприянов О.А. Эколого-ценотическая роль фитогенных полей сосны обыкновенной на отвалах угольной промышленности // Сибирский экологический журнал. Т. 23. №1. С. 164–175.

Ufimtsev V. I., Belanov I. P. and Kupriyanov O. A. Ecological-cenotic role of phytogenous fields of Scots pine on coal dumps // Contemporary problems of ecology, 2016, Vol. 9, No 1, pp. 142–151.

Шереметова С. А. Применение бассейновой концепции при проведении флористического районирования (на примере бассейна реки Томь) // Вестник Удмуртского университета (Bulletin of Udmurt University), 2016. Серия Биология. Науки о Земле. Вып. 2. С. 103–113

Эбель А. А., Куприянов А. Н., Стрельникова Т. О., Анкипович Е. С., Антипова Е. М., Антипова С. В., Буко Т. Е., Верховина А. В., Доронькин В. М., Ефремов А. Н., Зыкова Е. Ю., Кирина А. О., Ковригина Л. Н., Ламанова Т. Г., Михайлова С. И., Ноженков А. Е., Пликина Н. В., Силантьева М. М., Степанов Н. В., Тарасова И. В., Терехина Т. А., Филипова А. В., Хрусталева И. А. Шауло Д. Н., Шереметова С. А. Черная книга флоры Сибири // Науч. ред. А. Н. Куприянов. Новосибирск: акад. Изд. «Гео», 2016. 440 с. ISBN 978-5-9907634-4-9 (в пер.).

Опубликовано: всего 99 статей, из них 89 на русском языке в российских журналах и 10 на иностранных языках и в зарубежных журналах, 44 статьи в сборниках материалов российских конференций, 3 монографии.

УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – член-корреспондент РАН В. Д. Богданов

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Впервые на основе анализа палео-ДНК выделены три генетических вида-двойника в группе крупных быков рода *Bison* на территории Северной Евразии в позднем плейстоцене: первобытный бизон (*Bison priscus*), зубр (*Bison bonasus*) и новый вид (*Bison X*), который возник в результате гибридизации первобытного бизона и предковой формы тура (к.б.н. П. А. Косинцев).

На основе анализа митохондриальной ДНК впервые проведена реконструкция эволюционной истории копытных леммингов на территории Северной Евразии. Определено происхождение пяти митохондриальных линий рода *Dicrostonyx*, которые сменяли друг друга в Европе и Западной России. Выяснено, что современные копытные лемминги представляют собой небольшую часть генетического разнообразия, которое существовало в позднем плейстоцене. Реконструированы неоднократные вымирания и повторные заселения обширных территорий в течение последних 50 тыс. лет (чл.-к. Н. Г. Смирнов, к.б.н. П. А. Косинцев).

На основе анализа разновременных ландшафтных снимков проведена реконструкция климатогенной динамики древесной и тундровой растительности в экотоне верхней границы леса за последние 110 лет на хребте Большой Таганай (Южный Урал). Показано, что верхняя граница произрастания березово-еловых редколесий и сомкнутых лесов поднялась выше в среднем на 40–100 м. Это обусловлено удлинением вегетационного периода, повышением температуры воздуха и мощности снежного покрова (д.б.н. П. А. Моисеев, д.б.н. С. Г. Шиятов, к.с.-х.н. А. А. Григорьев).

На основе анализа древесно-кольцевых хронологий построена 300-летняя реконструкция расходов воды реки Обь в створе гидрологического поста «Салехард» – единственная длительная реконструкция для рек бассейна Северного Ледовитого океана (д.б.н. Л. И. Агафонов).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Впервые на природной модели, имитирующей восстановление населения грызунов, после неизбирательной элиминации выявлены видоспецифичные морфогенетические и эпигенетические перестройки синтопных ценопопуляций двух симпатрических видов. Установлено, что у вида-доминанта (рыжая полевка) в условиях низкой плотности и неполноты состава сообщества изменчивость компенсаторно повышается, а у вида-субдоминанта (красная полевка) – снижается (в результате ослабления конкурентных отношений) (д.б.н. А. Г. Васильев, ак. В. Н. Большаков, д.б.н. И. А. Васильева, к.б.н. Н. В. Синева, к.б.н. М. Г. Евдокимов).

С использованием микросателлитных маркеров ядерной ДНК в импактных ценопопуляциях горницета (*Lychnis flos-cuculi*), произрастающих на

территориях, сильно загрязненных промышленными выбросами, выявлен эффект основателя в отдаленном прошлом и повышение ауткроссинга в последних поколениях. Установлено, что самоопыление у этого вида не служит механизмом фиксации аллелей устойчивости к загрязнению и изоляции от неустойчивых ценопопуляций (к.б.н. О. В. Дуля, к.б.н. В. С. Микрюков).

Впервые показано, что в базидиокарпах многих видов дереворазрушающих грибов обильно развиваются зеленые и сине-зеленые водоросли, взаимоотношения которых с дереворазрушающими грибами можно охарактеризовать как ассоциативный симбиоз, открывающий грибам доступ к альтернативному по отношению к древесине источнику углеродного и азотного питания (д.б.н. В. А. Мухин, Н. В. Неустроева).

С помощью тетрациклиновой метки проведена оценка дистанций расселения мышевидных грызунов и их способности к преодолению разнообразных препятствий в урбанизированной среде (на примере г. Екатеринбурга). Установлено, что максимальная дистанция перемещения для малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pall.) составляет 2030 м по прямой, для рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schr.) – 430 м. Обнаружено, что малые лесные мыши способны успешно пересекать разные типы ландшафтных неоднородностей (просеки, пустыри, дороги, городская застройка) (к.б.н. О. В. Толкачев).

Обобщены многолетние данные по экологии личинок пеляди в нерестовых притоках нижней Оби; показана межгодовая вариабельность питания и условий среды во время их перехода на экзогенную пищу. К ключевым условиям, которые решают судьбу поколения, относятся как биотические (концентрация кормовых организмов), так и абиотические (ветровой режим) факторы. Оптимум трофического фактора во время перехода личинок пеляди на потребление пищи извне, обеспечивающий достаточную для выживания и роста накормленность в условиях пойменного водоема, определяется комплексом природных событий (чл.-к. В. Д. Богданов, Е. Н. Богданова).

Направление 52. Биологическое разнообразие

На основе обобщения результатов многолетних работ издана монография «Дневные бабочки Казахстана (Lepidoptera, Rhopalocera)», в которой приведены полные данные о распространении, морфологии и экологии 370 видов (П. Ю. Горбунов).

Впервые проведена детальная инвентаризация водорослей водоемов и водотоков бассейна реки Надуйяхи (Средний Ямал), в результате которой выявлено 19 новых для флоры России видов (к.б.н. М. И. Ярушина).

Направление 53. Общая генетика

Впервые с применением мультилокусных ядерных маркеров получена филогенетическая реконструкция пихт – одного из наиболее многочисленных родов хвойных. В комбинации с данными по изменчивости хлоропластной и митохондриальной ДНК проведен биогеографический анализ истории рода и решен ряд вопросов систематики (к.б.н. С. А. Семерикова, д.б.н. В. Л. Семериков).

Впервые реконструирована история расселения можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*) в послеледниковые периоды на евразийском ареале. Выявленные закономерности не соответствуют ни одному известному сценарию постгляциальных расселений древесных видов растений (к.б.н. Е. В. Хантемирова, д.б.н. В. Л. Семериков).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Разработана методология оценки горизонтального распределения и миграции ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ в воде и пойменных почвах пресноводных водотоков, относящихся к Обь-Иртышскому бассейну (д.б.н. А. В. Трапезников, к.вет.н. А. В. Коржавин, к.б.н. В. Н. Трапезникова).

Обобщены результаты анализа межгодовой изменчивости качества семенного потомства 6 видов травянистых растений, произрастающих в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа. При тождественности погодных условий жизнеспособность семенного потомства из зоны ВУРСа и с фоновой территории различалась. Выявлен весь спектр возможных ответов растений в процессе формирования семян на сочетанное действие радиации и абиотических факторов среды: ингибирование, стимулирование и отсутствие реакции (д.б.н. В. Н. Позолотина, к.б.н. Е. В. Антонова).

Основные публикации

Моисеев П. А., Шиятов С. Г., Григорьев А. А. Климатогенная динамика древесной растительности на верхнем пределе ее распространения на хребте Большой Таганай за последнее столетие // Екатеринбург: УрО РАН, 2016. 134 с.

Tshikolovets V., Kosterin O., Gorbunov P., Yakovlev R. The Butterflies of Kazakhstan // Pardubice: Tshikolovets Publ., 2016. 384 p.

Богданов В. Д., Богданова Е. Н. Трофический фактор во время перехода на активное питание личинок пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) в нативном ареале // Экология. 2016. № 2. с. 117–129.

Васильев А. Г. и др. Морфоразнообразие моно- и полиморфных популяций обыкновенной слепушонки: реализуется ли «принцип компенсации»? Ю. И. Чернова внутри популяции? // Доклады Академии наук. 2016. Т. 468, № 1. С. 118–121.

Воробейчик Е. Л., Пищулин П. Г. Промышленное загрязнение снижает роль деревьев в формировании структуры полей концентраций тяжелых металлов в лесной подстилке // Экология. 2016. № 5. С. 323–334.

Генкал С. И., Ярушина М. И. Материалы к флоре Bacillariophyta водных экосистем бассейна реки Яраяха (полуостров Ямал) // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 364–376.

Девяшин М. М. и др. Формирование современных ареалов куниц (род *Martes* Pinel 1792) на юго-востоке Западной Сибири // Зоологический журнал. 2016. Т. 95, № 6. С. 728–738.

Захарова Е. Ю., Татаринцов А. Г. Хроногеографический подход к анализу изменчивости бициклического вида *Erebia ligea* (L.) (Lepidoptera: Satyridae) на Урале // Сибирский экологический журнал. 2016. № 3. С. 322–332.

Золотарева Н. В., Золотарев М. П. Феномен облесения степных участков на Среднем Урале и его вероятные причины // Экология. 2016. № 6. С. 414–425.

Коркина И. Н., Воробейчик Е. Л. Индекс форм гумуса – перспективный инструмент для экологического мониторинга // Экология. 2016. № 6. С. 434–440.

Косинцев П. А. и др. Первая находка гималайского медведя (*Carnivora, Ursidae, Ursus (Euarctos) thibetanus* G. Cuvier, 1823) в позднем плейстоцене Северной Евразии // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471, № 3. С. 368–370.

Модоров М. В. Изменчивость аллозимных и микросателлитных локусов узкочерепной полевки *Lasiopodomys gregalis* Южного Урала и Зауралья // Известия Российской академии наук. Сер. биологическая. 2016. № 1. С. 55–61.

Монахов В. Г. Сравнительная характеристика зимнего питания соболя (*Martes zibellina*) и лесной куницы (*Martes martes*, *Carnivora, Mustelidae*) в Приуралье // Зоологический журн. 2016. № 9. С. 1087–1095.

Мухин В. А. и др. Мицетобионтные водоросли-симбионты дереворазрушающих грибов // Экология. 2016. № 2. С. 103–108.

Позолотина В. Н., Антонова Е. В., Шималина Н. С. Адаптация *Plantago major* L. к длительному радиационному и химическому воздействию // Экология. 2016. № 1. С. 3–13.

Ракитин С. Б., Григоркина Е. Б., Оленев Г. В. Анализ микросателлитной ДНК у грызунов из зоны Восточно-Уральского радиоактивного следа и сопредельных территорий // Генетика. 2016. Т. 52, № 4. С. 453–460.

Рыжановский В. Н., Гилев А. В., Ольшванг В. Н. Проявление природной зональности при распределении членистоногих, птиц и сосудистых растений на пространстве Нижнего Приобья и полуострова Ямал // Сибирский экологический журнал. 2016. № 6. С. 807–816.

Рыжановский В. Н., Рябицев В. К. Экология лугового конька *Anthus pratensis* (Linnaeus, 1758) на северо-восточном пределе гнездового ареала // Сибирский экологический журнал. 2016. № 1. С. 127–136.

Семерикова С. А., Семериков В. Л. Филогения пихт (род *Abies*, *Pinaceae*) по данным мультилокусных ядерных маркеров (AFLP) // Генетика. 2016. Т. 52. № 11. С. 1287–1299.

Сморкалов И. А., Воробейчик Е. Л. Механизм стабильности эмиссии CO₂ из лесной подстилки в условиях промышленного загрязнения // Лесоведение. 2016. № 1. С. 34–43.

Толкачев О. В. Расселение малой лесной мыши (*Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811) и рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) в условиях фрагментированного ландшафта // Сибирский экологический журнал. 2016. № 1. С. 137–147.

Трапезников А. В. и др. Миграция и накопление техногенных радионуклидов в пресноводных экосистемах на примере рек Самсоновская, Лев и Вандрас, относящихся к Обь-Иртышскому речному бассейну // Радиационная биология. Радиозэкология. 2016. Т. 56. № 2. С. 197–207.

Фоминых М. А., Зыков С. В., Бородин А. В. Онтогенетические и эволюционные характеристики эмали щечных зубов полевок рода *Craseomys* (*Arvicolinae, Rodentia*) // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471, № 3. С. 374–377.

Шкурин А. О., Осина Т. С. Сезонная изменчивость переднего крыла поливольтинных белянок *Pieris rapae* L. и *P. napi* L. (Lepidoptera: Pieridae) в лесостепной зоне Южного Урала // Экология. 2016. № 3. С. 229–235.

Ялковская Л. Э. и др. Флуктуирующая асимметрия краниальных структур грызунов в градиенте промышленного загрязнения // Экология. 2016. № 3. С. 213–220.

Agafonov L. I., Meko D. M., Panyushkina I. P. Reconstruction of Ob River, Russia, discharge from ring widths of floodplain trees // Journal of Hydrology. 2016. V. 543, Pt. B. P. 198–207.

Bokhorst S. et al. Changing Arctic snow cover: A review of recent developments and assessment of future needs for observations, modelling, and impacts // Ambio. 2016. V. 45. N 5. P. 516–537.

Dulya O. V., Mikryukov V. S. Genetic variation and selfing rate in *Lychnis flos-cuculi* along an industrial pollution gradient // New Phytologist. 2016. V. 209. N 3. P. 1083–1095.

Gilg O. et al. Satellite tracking of Ross's Gull *Rhodostethia rosea* in the Arctic Ocean // Journal of Ornithology. 2016. V. 157. N 1. P. 249–253.

Hellmann L. et al. Diverse growth trends and climate responses across Eurasia's boreal forest // Environmental research letters. 2016. V. 11. N 7. Ar. 074021.

Hellmann L. et al. Regional coherency of boreal forest growth defines Arctic driftwood provenancing // Dendrochronologia. 2016. V. 39. N 3. p. 3–9.

Ishiguro N. et al. Japanese Wolves are Genetically Divided into Two Groups Based on an 8-Nucleotide Insertion/Deletion within the mtDNA Control Region // Zoological Science. 2016. V. 33. N 1. P. 44–49.

Karimullina E. M., Antonova E., Pozolotina V. Genetic variation in natural *Melandrium album* populations exposed to chronic ionizing radiation // Environmental Science and Pollution Research. 2016. V. 23. N 21. P. 21565–21576.

Kirillova I. V. et al. Taphonomic phenomenon of ancient hair from Glacial Beringia: perspectives for palaeoecological reconstructions // Boreas. 2016. V. 45, N 3. P. 455–469.

Korkina I. N. et al. Deposits of the rock shelter Svetly (the Middle Urals): Comparison of paleosol and paleotheriological data and paleoenvironmental reconstructions based on them // Quaternary International. 2016. V. 420. P. 47–55.

Kosintsev P. A. et al. Carnivores (Mammalia, Carnivora) of the Urals in the Late Pleistocene and Holocene // Quaternary International. 2016. V. 420. P. 145–155.

Kotiranta H., Shiryayev A. G., Spirin V. Aphylophoroid fungi (Basidiomycota) of Tuva Republic, Southern Siberia, Russia // Folia Cryptogamica Estonica. 2016. N 53. P. 51–64.

Kuzmina E. A., Smirnov N. G., Ulitko A. I. New data on Late Pleistocene-Holocene small mammal communities from the Ural-Sakmara interfluvium, Southern Urals // Quaternary International. 2016. V. 420. P. 56–64.

Lee Y. S. et al. Genetic diversity and phylogeography of Siberian roe deer, *Capreolus pygargus*, in central and peripheral populations // Ecology and Evolution. 2016. V. 6. № 20. P. 7286–7297.

Markova E., Sibiryakov P., Ehrlich D. Surviving in the High Arctic: dental variation in a casually introduced population of *Microtus rossiaemeridionalis* (Arvicolinae, Rodentia) on Svalbard // Acta Zoologica. 2016. V. 97, № 4. P. 442–453.

Orekhova N. A., Modorov M. V. Stress-associated radiation effects in pygmy wood mouse *Apodemus uralensis* (Muridae, Rodentia) populations from the East-Urals Radioactive Trace // *Stress*. 2016. V. 19. N 5. P. 516–527.

Palkopoulou E. et al. Synchronous genetic turnovers across Western Eurasia in Late Pleistocene collared lemmings // *Global Change Biology*. 2016. V. 22. N 5. P. 1710–1721.

Pryakhin E. A. et al. Characterization of biocenoses in the storage reservoirs of liquid radioactive wastes of Mayak PA. Initial descriptive report // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2016. V. 151. N 2. P. 449–460.

Shishlina N. et al. Subsistence strategies of Meshchera lowlands populations during the Eneolithic period – The Bronze Age: Results from a multidisciplinary approach // *Journal of Archaeological Science*. 2016. V. 10. P. 74–81.

Smirnov N. G. et al. Steppe species in the Late Pleistocene and Holocene small mammal community of the Urals // *Quaternary International*. 2016. V. 420. P. 136–144.

Sokolov A. A., Sokolov V. A., Dixon A. Return to the Wild: Migratory Peregrine Falcons Breeding in Arctic Eurasia Following Their Use in Arabic Falconry // *Journal of Raptor Research*. 2016. V. 50. N 1. P. 103–108.

Sokolov A. A. et al. Emergent Rainy Winter Warm Spells May Promote Boreal Predator Expansion into the Arctic // *Arctic*. 2016. V. 69. N 2. P. 121–129.

Soubrier J. et al. Early cave art and ancient DNA record the origin of European bison // *Nature Communications*. 2016. V. 7. Art. 13158.

Tsuda Y. et al. The extent and meaning of hybridization and introgression between Siberian spruce (*Picea obovata*) and Norway spruce (*Picea abies*): cryptic refugia as stepping stones to the west? // *Molecular Ecology*. 2016. V. 25. N 12. P. 2773–2789.

Winkler M. et al. The rich sides of mountain summits - a pan-European view on aspect preferences of alpine plants // *Journal of Biogeography*. 2016. V. 43. N 11. P. 2261–2273.

Zinovyev E. V. et al. First records of sub-fossil insects from Quaternary deposits in the southeastern part of West Siberia, Russia // *Quaternary International*. 2016. V. 420. P. 221–232.

Опубликовано: 218 статей, из них 169 на русском языке в российских журналах и 49 на иностранных языках в зарубежных журналах; 5 монографий, в том числе 1 книга на иностранном языке; 113 глав в монографиях и статей в сборниках, в том числе 25 в зарубежных сборниках.

БОТАНИЧЕСКИЙ САД УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук И. В. Петрова

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Впервые сформирована база данных в количестве 2242 определений чистой первичной продукции (ЧПП) и фитомассы на пробных площадях, в том числе: для двухвойных сосен (подрод *Pinus*) 920 определений (75%

в естественных насаждениях и 25% в культурах); для елово-пихтовых насаждений (*Picea* Dietr. и *Abies* Mill.) 480, для лиственниц (*Larix* Mill.) 116, для березняков (*Betula* L.) 230, для осинников и тополельников (*Populus* L.) 166 и для дубовых насаждений (*Quercus* L.) 280 определений. Созданная база данных является основой для выявления трансконтинентальных закономерностей изменения биологической продуктивности и углерододепонирующей способности лесных экосистем с позиций биогеографии (д.с.-х.н. В. А. Усольцев).

В итоге корреляционного анализа параметров выживания и роста 28 провениенций сосны с параметрами климата на Русской равнине обоснованы принципиально новые подходы и методы семенного районирования сосновых лесов России. Впервые установлено достоверное уменьшение параметров по мере увеличения градиентов лимитирующих факторов климата – длины вегетационного периода и фотопериода – между местообитаниями их происхождения и интродукции. Доказаны гипотеза о большей адаптивности местных популяций растений по сравнению с интродукционными и корректность принципа «климатических аналогов» (д.б.н. С. Н. Санников).

Изучено влияние сумм летне-осенних эффективных температур (СЭТ), получаемых на эмбриональной стадии, на морфофизиологические показатели особей непарного шелкопряда из двух популяций разного широтного происхождения в постэмбриональный период. Установлено ранее неизвестное значительное влияние минимальной СЭТ, необходимой для формирования эмбрионов, на снижение длительности развития гусениц и динамику плотности северной популяции в отличие от южной. В связи с глобальным изменением климата это важно для уточнения адаптационных механизмов выживания насекомых на северных границах ареалов и прогноза и минимизации ущерба от вспышек массового размножения (д.б.н. В. И. Пономарев).

С позиций подхода «вид в ареале» впервые завершен геногеографический анализ хлоропластной ДНК популяций вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) в пределах ареала – от островов Атлантики до Притоболья Западной Сибири. Выявлены гипотетические плейстоценовые рефугиумы современных популяций вереска ледниковой зоны Приатлантики в Средиземноморье (горный массив Севенны и Южные Альпы, рис. 1) и Восточной Европы (Понтийские горы), а также наиболее вероятные пути их реколонизации в голоцене. Составлена картосхема районирования популяционно-генетической структуры, которая может служить основой дальнейшего изучения межпопуляционных связей генофонда, филогенеза и адаптивной радиации популяций вереска (д.б.н. И. В. Петрова, д.б.н. С. Н. Санников, к.б.н. О. Е. Черепанова).

Проведен анализ абиотических факторов и динамики площадей очагов, дефолиации, изменения плотности кладок в зауральской популяции непарного шелкопряда в течение длительной (2005–2012 гг.) вспышки. Установлено, в отличие от классических представлений, что засуха не является достаточным условием для провоцирования дефолиации; массовая гибель эмбрионов в зимний период, неоднократные периоды похолодания во время питания гусениц и лета имаго, сдерживающие плотность популяции, не являются достаточным условием для затухания вспышки. Полученные ре-

зультаты позволяют уточнить механизм вспышек, значительно увеличить эффективность прогноза величины ущерба от вспышек (д.б.н. В. И. Пономарев).

Разработан и апробирован методический подход к оценке формы ствола и кроны деревьев на основе шкалы, состоящей из набора характеристик. Шкала предусматривает описание следующих признаков: кривизна ствола, многоствольность, многовершинность, сучковатость и охвоение (последний отражает жизненное состояние дерева). Метод позволяет количественно описывать степень проявления морфологических особенностей деревьев сосны и характеризовать участки древостоев с различным уровнем проявления отклонений от нормального морфогенеза. Разработанный подход перспективен для изучения ростовых отклонений у древесных растений, а также для поиска ценных декоративных форм как аборигенных, так и интродуцируемых видов (д.б.н. С. А. Шавнин, к.с.-х.н. И. С. Овчинников, А. А. Монтиле, к.с.-х.н. Д. Ю. Голиков).

В результате анализа состояния деревьев и древостоя, подлеска, некоторых параметров состояния почв установлена связь степени проявления краевого эффекта с возрастом границ и характером примыкающей к лесному массиву территории. Признаки трансформации древесного яруса, подлеска и почв лучше проявляются на границах насаждений, сформировавшихся длительное время назад, по сравнению с молодыми, и на границах, примыкающих к крупным автомагистралям, по сравнению с примыкающими к пустырям. Результаты, полученные к настоящему времени, представляют первую попытку количественного анализа краевых эффектов в крупном промышленном городе во внутриконтинентальной части Евразии (д.б.н. С. А. Шавнин).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Астрагал кустанайский был описан в 1948 году с территории Наурузмского заповедника Костанайской области Казахстана, но типовой образец был утерян, поэтому у ботаников-систематиков не было уверенности в отождествлении с этим видом последующих находок. До публикации нашей статьи (Князев М. С. Потерянный *Astragalus kustanaicus* (Dissitiflori, Fabaceae) найден // Ботанический журнал, 2016. Т. 101, № 7. С. 814–818) астрагал кустанайский указывался исключительно из места описания, рассматривался как узкий эндемик. Нам удалось отождествить большую серию гербарных образцов с этим видом. Дан неотип (взамен утраченного типа); дана точечная карта распространения астрагала кустанайского. Для Оренбургской, Омской, Саратовской областей России этот вид приводится впервые (д.б.н. М. С. Князев).

Основные публикации

Усольцев В. А. Биологическая продуктивность древесных видов Евразии с позиций биогеографии // Эко-потенциал. 2016. № 2 (14). С. 41–49.

Усольцев В. А. Удельная чистая первичная продукция лесообразующих пород Евразии в трансконтинентальных градиентах: методы и неопределенности // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 4–14.

Jucker T., Caspersen J., Chave J., Antin C., Barbier N., Bongers F., Dalponte M., van Ewijk K. Y., Forrester D. I., Heani M., Higgins S. I., Holdaway R. J., Iida Y., Lorimer C., Marshall P. M., Momo S., Moncrieff G. R., Ploton P., Poorter L., Rahman K. A., Schlund M., Sonké B., Sterck F. J., Trugman A. T., Usoltsev V. A., Vanderwel M. C., Waldner P., Wedeux B., Wirth C., Wöll H., Woods M., Xiang W., Zimmermann N. and Coomes D. A. Allometric equations for integrating remote sensing imagery into forest monitoring programs // *Global Change Biology*. 2016. Volume 22, Issue 6. P. 1–14.

Санникова Н. С., Егоров М.А. Генетическая интеграция популяций *Pinus sylvestris* L. в долине р. Обь // *Сибирский лесной журнал*, 2016. № 5. С. 12–20.

Егоров Е. В. Аллозимный полиморфизм и дифференциация популяций *Pinus sylvestris* L. в Средней Сибири и Забайкалье // *Сибирский лесной журнал*, 2016. № 5. С. 12–20.

Пономарев В. И., Клобуков Г. И., Напалкова В. В. Зависимость морфофизиологических показателей постэмбриональных стадий непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) (*Lepidoptera: Lymantridae*) от температурных условий в период эмбрионального развития // *Вестник томского государственного университета. Биология*. 2016. № 3 (35). С. 107–127.

Санников С. Н., Петрова И. В., Черепанова О. Е. Альтернативные гипотезы происхождения вереска *Calluna vulgaris* (L.) Hull // *Эко-потенциал*. № 2 (14). С. 28–40.

Петрова И. В., Черепанова О. Е., Кочубей А. А., Санникова Н. С. Особенности семеношения и прорастания семян *Calluna vulgaris* (L.) Hull в Притоболье Западной Сибири // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 6. С. 104–109.

Пономарев В. И., Соколов Г. И., Клобуков Г. И. Динамика плотности зауральской популяции непарного шелкопряда в 2003–2013 гг. // *Лесоведение*. 2016. № 3. С. 76–88.

Shavnin S. A., Veselkin D. V., Vorobeichik E. L., Galako V. A., Vlasenko V. E. Factors of pine-stand transformation in the city of Yekaterinburg // *Contemporary Problems of Ecology*. 2016. № 7. P. 844–852.

Опубликовано: 147 статей и 9 монографий, из них 73 на русском языке в российских журналах и 28 на иностранных языках в зарубежных журналах, 31 статья в сборниках материалов российских конференций и 15 статей в сборниках материалов зарубежных конференций, две книги на иностранном языке.

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КОМИ НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор биологических наук С. В. Дегтева

Направление 51. Экология организмов и сообществ

В монографической форме обобщены результаты комплексного исследования истории формирования, современного состояния и углеродного баланса мезоолиготрофной болотной системы, эталонной для средней

тайги европейского Северо-Востока России. Установлено, что ее развитие происходило путем заболачивания леса, начало этого процесса датировано ранним голоценом. Охарактеризованы растительность и флора болота, разнообразие микромицетов верхних горизонтов торфяной залежи. Выявлена высокая пространственная гетерогенность скорости эмиссии углерода с поверхности болота. Достоверность математических моделей потоков углерода зависит от пространственного разрешения используемых цифровых карт растительности (*под рук. С. В. Загировой совместно с Университетом Гамбурга, Университетом Геттингена, Университетом Грайсфальда, Университетом Коблец-Ландау, Шведским университетом сельскохозяйственных наук, Стокгольмским университетом, Университетом Хельсинки*).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Выполнен обобщающий анализ фауны свободноживущих веслоногих раков (Copepoda, Crustacea) разнотипных внутренних вод европейского Северо-Востока России. В ходе инвентаризации в регионе установлено 94 вида и подвида из отрядов: Calanoida – 21, Harpacticoida – 33 и Cyclopoidea – 40. В составе фауны зарегистрированы как широко распространенные формы, так и условные эндемики региона исследований (*Eurytemora gracilicauda occidentalis* Fefilova, 2008, *Bryocamptus zschokkei komi* Borutzky, 1962 и *Moraria insularis* Fefilova, 2008). Определен высокий уровень внутривидовой изменчивости внешнего морфологического и молекулярно-генетического строения представителей Copepoda (*Е. Б. Фефилова*).

Определены пространственные тренды разнообразия дневных чешуекрылых на северо-востоке Русской равнины и в северных областях Урала. Установлено, что резкого снижения видового богатства локальных и зональных фаун на широтном градиенте от южной тайги до типичной тундры у дневных чешуекрылых не происходит. В полосе лесотундры и подзоне южной тундры выражен «экотонный эффект»: в составе локальных фаун дневных чешуекрылых сочетаются бореальный и гипоарктический наборы видов, что ведет к повышению их видовой насыщенности. На рубеже южной и северной тундр происходит скачкообразное снижение таксономического разнообразия дневных чешуекрылых (*А. Г. Татаринов*).

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Выявлены эколого-географические закономерности гумусообразования в таежных и тундровых почвах европейского Северо-Востока России. Впервые установлена специфика формирования структурно-функциональных параметров гумусовых веществ в почвах Севера, выражающаяся в уменьшении доли ароматических фрагментов и увеличении лабильных углеводов и аминокислотных остатков в структуре гумусовых веществ в ряду почв от южной тайги до южной тундры. Это обуславливает высокий уровень чувствительности почвенного органического вещества к изменению условий функционирования наземных экосистем и низкую экологическую устойчивость почвенного покрова северных регионов (*Е. Д. Лодыгин*).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Выявлены различия в интенсивности отдельных этапов фотохимии и эффективности использования световой энергии в мезофилле и жилках листа теневого и светового фенотипов *Plantago media*. Листья световых растений характеризовали повышенная липопероксидация и уровень активности основных антиоксидантных ферментов. Данные об изотопной дискриминации углерода ($\delta^{13}\text{C}$) указывают на выраженность процесса β -карбоксилирования (фиксация CO_2 с участием ФЕП-карбоксилазы) в тканях растений светового фенотипа, особенно в жилках. Жилки лучше защищены от инсоляции, чем мезофилл, что важно для формирования стрессустойчивости. В целом полученные результаты свидетельствуют о роли проводящей системы в адаптации растений к избыточному свету (*под рук. Т. К. Головки совместно с Малопольским центром биотехнологии Ягелонского университета, Институтом физиологии растений ПАН, Институтом биологии Педагогического университета и Департаментом физиологии растений, биохимии и биотехнологии Ягелонского университета, Краков, Польша*).

Впервые исследован элементный состав биомассы талломов 20 видов лишайников бореальной зоны. Выявлена зависимость содержания N, P, K от типа фотобионта. Наличие корреляционных связей для пар макро- (K – P, K – Na, P – Na, Mg – Ca, Mg – K) и микроэлементов (Fe – Al, Cd – Cu, Cu – Fe, Cu – Al) свидетельствует о сопряженности процессов их поглощения и усвоения. Установлены пределы накопления и соотношение в биомассе талломов C, H и O как продуктов фотосинтетической ассимиляции. Величина изотопной дискриминации углерода ($\delta^{13}\text{C}$) в биомассе трехбионтных лишайников была достоверно ниже (-31‰), чем у двухбионтных (-24‰), что указывает на более благоприятные внешние и внутренние условия для функционирования фотобионта. Полученные данные существенно дополняют и углубляют знания о биологии и экологии лишайников, их роли в таежных экосистемах (*Т. К. Головки, Г. Н. Табаленкова, И. В. Далькэ, И. Г. Захожий*).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Обобщена информация о 178 известных на сегодняшний день природных соединениях и фармакологических препаратах с установленной геропротекторной активностью, вызывающих увеличение продолжительности жизни лабораторных организмов. Предложена новая классификация геропротекторов, основанная на концепции поддержания гомеостаза (*А. А. Москалев, М. В. Шапошников, Е. Н. Прошкина совместно с МФТИ*).

Описаны концепция биологического возраста человека и основные патофизиологические процессы, связанные со старением. Создана классификация биомаркеров старения человека. Представлен индекс уязвимости как обобщающий показатель здоровья и старения (*А. А. Москалев совместно со Школой системной биологии университета Джорджа Мейсона и МФТИ*).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

С целью прогнозирования экологических последствий радиоактивного загрязнения районов северной тайги исследованы закономерности гидрогенной миграции урана и радия-226 в импактной зоне бывшего радиохимического предприятия. Установлена сезонная и многолетняя вариабельность интенсивности и формы поступления радионуклидов в речную сеть, которая связана с гидротермическим и уровенным режимами водоемов и достоверно коррелирует с их гидрохимическими характеристиками. Выявлены гетерогенное фазовое распределение радия и преимущественно растворимая форма нахождения урана в импактных поверхностных водах. Получены данные об интенсивном накоплении радионуклидов водными мхами, механизм которого не связан с поступлением поллютантов в клеточные структуры растительной ткани (Н. Г. Рачкова, И. И. Шуктомова).

Направление 62. Биотехнология

Впервые установлена тесная корреляция между числом фенольных и карбоксильных групп и адсорбционной способностью диоксанлигнинов, выделенных из растений различных видов в отношении микотоксина Т-2. Диоксанлигнин древесины грецкого ореха (*Juglans regia*) характеризуется наиболее высокими показателями адсорбции, стеблей растений серпухи венцерованной (*Serratula coronata*) – максимальными значениями показателя адсорбции половых гормонов эстрогена, эстрадиола и эстриола. Полученные результаты открывают перспективу разработки селективных энтеросорбентов (А. П. Карманов совместно с ИФ Коми НЦ УрО РАН и ИГ Коми НЦ УрО РАН).

Основные публикации

Флоры, лишено- и микобиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва») / Отв. ред. С. В. Дегтева // Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 483 с.

Татаринов, А. Г. География дневных чешуекрылых европейского Северо-Востока России // Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 250 с.

Бобрецов, А. В. Популяционная экология мелких млекопитающих равнинных и горных ландшафтов Северо-Востока Европейской части России // Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 381 с.

Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. Вып. 8. Комплексный ландшафтный заказник «Адак» / Отв. ред. С. В. Дегтева, Е. М. Лаптева // Сыктывкар, 2015. 200 с.

Kolesnikova A., Lapteva E., Degteva S., Taskaeva A., Kudrin A., Vinogradova Y., Khabibullina F. Biodiversity of Floodplain Soils in the European North-East of Russia // Ed. D. Bucur. Rijeka: InTech, 2016. P. 271–294.

Yakovleva E. V., D. N. Gabov, V. A. Beznosikov, B. M. Kondratenok, Y. A. Dubrovskiy Accumulation of PAHs in tundra plants and soils under the influence of coal mining // Polycyclic aromatic compounds. 2016. Vol. 37. N 1. P. 1–18.

Borisenkov M., Karmanov A., Kocheva L., Markov P., Istomina E., Bakutova L., Litvinets S., Martinson E., Durnev E., Vityazev F., Popov S. Adsorption of β -glucuronidase and estrogens on pectin/lignin hydrogel particles on pectin/lignin hydrogel particles // *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. 2016. Vol. 65. N 9. P. 433–441.

Moskalev A., Zhikrivetskaya S., Shaposhnikov M., Dobrovolskaya E., Gurinovich R., Kuryan O., Pashuk A., Jellen L., Aliper A., Peregudov A., Zhavoronkov A. Aging Chart: a community resource for rapid exploratory pathway analysis of age-related processes // *Nucleic Acids Research*. 2016. N 44 (D1). P. D894–D899.

Makhutova O., Shulepina S., Sharapova T., Dubovskaya O., Sushchik N., Baturina M., Pryanichnikova E., Kalachova G., Gladyshev M. Content of polyunsaturated fatty acids essential for fish nutrition in zoobenthos species // *Freshwater Science*. 2016. N 35 (4). C. 1222–1234.

Putin E., Mamoshina P., Aliper A., Korzinkin M., Moskalev A., Kolosov A., Ostrovskiy A., Cantor C., Vijg J., Zhavoronkov A. Deep biomarkers of human aging: Application of deep neural networks to biomarker development // *Aging*. 2016. N 8 (5). P. 1021–1033.

Moskalev A., Chernyagina E., Tsvetkov V., Fedintsev A., Shaposhnikov M., Krut'ko V., Zhavoronkov A., Kennedy B. Developing criteria for evaluation of geroprotectors as a key stage toward translation to the clinic // *Aging Cell*. 2016. N 15 (3). P. 407–415.

Snezhkina A., Krasnov G., Zaretsky A., Zhavoronkov A., Nyushko K., Moskalev A., Karpova I., Afremova A., Lipatova A., Kochetkov D., Fedorova M., Volchenko N., Sadritdinova A., Melnikova N., Sidorov D., Popov A., Kalinin D., Kaprin A., Alekseev B., Dmitriev A., Kudryavtseva A. Differential expression of alternatively spliced transcripts related to energy metabolism in colorectal cancer // *BMC Genomics*. 2016. Vol. 17 (Suppl 14):1011. P. 199–318.

Kudryavtseva A., Krasnov G., Lipatova A., Alekseev B., Maganova F., Shaposhnikov M., Fedorova M., Snezhkina A., Moskalev A. Effects of Abies sibirica terpenes on cancer- and aging-associated pathways in human cells // *Oncotarget*. 2016. P. 1–11.

Kudryavtseva A., Fedorova M., Zhavoronkov A., Moskalev A., Zasedatelev A., Dmitriev A., Sadritdinova A., Karpova I., Nyushko K., Kalinin D., Volchenko N., Melnikova N., Klimina K., Sidorov D., Popov A., Nasedkina T. Effect of lentivirus-mediated shRNA inactivation of HK1, HK2, and HK3 genes in colorectal cancer and melanoma cells // *BMC Genetics*. 2016. Vol. 17. (Suppl 3): 156. P. 117–191.

Estafyev, A. Distribution, number and ecology of the *Cinclus cinclus* (Linnaeus 1758) in the European North of Russia // *Journal of Wetlands Biodiversity*. 2016. Vol. 6. P. 23–28.

Proshkina E., Lashmanova E., Dobrovolskaya E., Zemskaya N., Kudryavtseva A., Shaposhnikov M., Moskalev A. Geroprotective and Radioprotective Activity of Quercetin, (-)-Epicatchin, and Ibuprofen in *Drosophila elanogaster* // *Frontiers in Pharmacology*. 2016. Vol. 7, art. 505. P. 1–16.

Tarrade S., Bhardwaj T., Flegal M., Bertrand L., Velegzhaninov I., Moskalev A., Klovov D. Histone H2AX Is Involved in FoxO3a-Mediated Transcription-

al Responses to Ionizing Radiation to Maintain Genome Stability // International Journal of Molecular Sciences. 2015. № 16 (12). P. 29996–30014.

Kudryavtseva A., Lipatova A., Zaretsky A., Moskalev A., Fedorova M., Rasskazova A., Shibukhova G., Snezhkina A., Kaprin A., Alekseev B., Dmitriev A., Krasnov G. Important molecular genetic markers of colorectal cancer // *Oncotarget*. 2016. N 7 (33). P. 53959–53983.

Aliper A., Belikov A., Garazha A., Jellen L., Artemov A., Suntsova M., Ivanova A., Venkova L., Borisov N., Buzdin A., Mamoshina P., Putin E., Swick A., Moskalev A., Zavoronkov A. In search for geroprotectors: in silico screening and in vitro validation of signalome-level mimetics of young healthy state // *Ageing*. 2016. T. 8. N 9. P. 2127–2152.

Konstantinov F., Zinovjeva A. A new species of *Ambunticoris* from Sulawesi (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) // *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*. 2016. Vol. 56(1). P. 51–59.

Loskutova O., Zhiltzova L. Wing and body size polymorphism in populations of the stonefly *Arcynopteryx dichroa* McL. (Plecoptera: Perlodidae) in the Ural Mountains, Russia // *Polar Research*. 2016. Vol. 35. P. 1–6.

Kudryavtseva A., Krasnov G., Dmitriev A., Alekseev B., Kardymon O., Sadritdinova A., Fedorova M., Pokrovsky A., Melnikova N., Kaprin A., Moskalev A., Snezhkina A. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in aging and cancer // *Oncotarget*. 2016. N 7 (29). P. 44879–44905.

Miszalski Z., Skoczowski A., Silina E., Dymova O., Golovko T., Kornas A., Strzałka K. Photosynthetic activity of vascular bundles in *Plantago media* leaves // *Journal of Plant Physiology*. 2016. Vol. 204. P. 36–43.

Опубликовано: 8 монографий, 201 статья, из них 32 – в зарубежных журналах. Получен 1 патент, 1 изобретение и 1 программа для ЭВМ, аттестованы 5 методик измерений.

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ МИКРООРГАНИЗМОВ УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – член-корреспондент РАН В. А. Демаков

Направление 52. Биологическое разнообразие

По результатам работы международной команды исследователей выполнен полногеномный сиквенс *Acinetobacter baumannii* лекарственно-устойчивого штамма Санкт-Петербург 28, и последовательность депонирована в БД GenBank. Для генома *A. baumannii* Perm60 обнаружено неизвестное ранее генетическое событие формирования при участии интегразы профага CP4-57 системы коротких и расположенных группами палиндромных повторов ДНК (CRISPR/Cas структуры). Геном клинически-адаптивного штамма Perm60 содержит общие мобильные генетические элементы в виде плазмиды с *A. baumannii* ХН386 (Китай), а по сходству интегрона и «островов резистентности» близок ряду госпитальных штаммов, выделенных в Южной Корее (к.б.н. А. П. Соломенный, д.б.н. А. И. Саралов).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Установлена пространственная организация молекулы низкомолекулярного катионного пептида варнерина, полученная с использованием программы МОЕ. Установление пространственной структуры варнерина имеет существенное значение для выяснения особенностей биосинтеза и молекулярных механизмов его антибактериального действия. Биоинформационный анализ аминокислотной последовательности варнерина с помощью сервера BLAST (<http://web.expasy.org/blast/>), базы PDB (<http://www.rcsb.org/>) и программы МОЕ показал, что его пространственная структура напоминает структуру бумеранга, в острие которого сосредоточено 4 из 7 имеющихся в молекуле остатков катионной аминокислоты лизина. Такая концентрация положительных зарядов, по-видимому, является основой внедрения пептида в отрицательно заряженные клеточные стенки атакуемых бактерий, вызывающего их разрушение и быстрый лизис. Таким образом, впервые получена модель пространственной структуры лантибиотика варнерина из бактерий *S. warneri*, который может быть отнесен к классу I лантибиотиков в одну подгруппу с эпиланцином 15X. (к.м.н. В. П. Коробов).

В условиях полевых экспериментов изучен процесс извлечения ионов ТМ (Cd^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , Cu^{2+} , Mo^{6+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) из модельной и техногенно загрязненной почвы фитоаккумуляторами в присутствии *Rhodococcus*-биосурфактантов. Установлено, что наиболее эффективно ТМ десорбировались из почвы при использовании комбинации трех растений с добавлением неочищенных биосурфактантов, продуцируемых родококками в среде с *n*-гексадеканом. При этом степень извлечения ионов ТМ из почвы с добавлением биосурфактантов была в 3–5 раз выше контрольных показателей. Содержание макроэлементов (Ca, Fe, K, Mg), жизненно необходимых для развития растений, в очищенной почве после применения комплексной технологии фиторемедиации с обработкой биосурфактантами практически не изменялось, тогда как в процессе извлечения ТМ из почвы только с помощью фиторемедиантов концентрация макроэлементов снижалась в 4–23 раза (ак. И. Б. Ившина, д.б.н. М. С. Куюкина, к.б.н. Л. В. Литвиненко).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки иммунитета и онкогенеза

Впервые исследовано совместное влияние эстрадиола, эстриола, прогестерона, хорионического гонадотропина и лептина в комбинациях, характерных для I и III триместров беременности, на активность миелопероксидазы (МПО), эластазы и катепсина G нейтрофилов небеременных женщин. Установлено, что в концентрациях, соответствующих I триместру беременности, половые стероиды усиливали активность стимулированной МПО, а сочетание гормонов, характерное для III триместра, повышало спонтанную ферментативную активность. Под воздействием всех пяти исследуемых гормонов в концентрациях, соответствующих I триместру беременности, как спонтанная, так и стимулированная активность МПО также повышались. Комбинация половых стероидов, соответствующая I триместру беременности, увеличивала спонтанную активность эластазы. При совместном

воздействии на клетки всех пяти исследуемых гормонов в дозах, характерных для I триместра, усиливалась спонтанная активность эластазы, а комбинация, соответствующая III триместру, повышала как спонтанную, так и стимулированную активность фермента. Под влиянием комбинации стероидных гормонов, характерной для I триместра беременности, спонтанная активность катепсина G достоверно повышалась. Однако при воздействии на клетки сочетания всех пяти исследуемых гормонов статистически значимых изменений активности катепсина G не было выявлено. В целом показано, что самостоятельные эффекты гормонов могут как суммироваться, так и исчезать при их совместном воздействии на клетки (д.м.н.С. В. Ширшев, д.б.н. Е. Г. Орлова, к.б.н. О. Л. Горбунова, к.б.н. Е. В. Некрасова).

Направление 62. Биотехнологии

Предложена технология утилизации промышленных смесей полихлорированных бифенилов (ПХБ) коммерческих марок «Делор 103» и «Совол» в малых объемах биологическими методами. В качестве биологического агента деструкции ПХБ используют биомассу ассоциации аэробных бактерий, селективированную из загрязненных ПХБ почв, или биомассу индивидуальных штаммов-деструкторов ПХБ родов *Rhodococcus*, *Pseudomonas*. Установлено, что аэробные бактериальные ассоциации эффективнее разлагают смеси ПХБ, чем индивидуальные штаммы аэробных микроорганизмов (к.б.н. Д. О. Егорова, д.б.н. Е. Г. Плотникова).

Получены новые данные о биотрансформирующей активности актинобактерий в отношении труднодеградируемых фармполлютантов на примере диклофенака натрия (ДН). Установлено, что представители родов *Rhodococcus* и *Gordonia* характеризуются наиболее выраженной устойчивостью к ДН (МПК составляет 100–200 мг/л и 50–150 мг/л соответственно). Отобраны устойчивые штаммы *R. erythropolis* ИЭГМ 213, *R. rhodochrous* ИЭГМ 647, *R. ruber* ИЭГМ 231 и ИЭГМ 346, *G. terrae* ИЭГМ 148, перспективные для осуществления биоконверсии фармполлютанта. С помощью атомно-силовой микроскопии выявлены морфометрические и ультраструктурные особенности клеточной поверхности как адаптивные реакции родококков в присутствии токсичного фармполлютанта. Оптимизирован процесс биодegradации диклофенака путем адаптации бактериальных клеток и индукции оксигеназ, обеспечивающий 80%-ное разрушение поллютанта в течение 30 суток (ак. И. Б. Ившина, д.б.н. М. С. Куюкина, Е. А. Тюмина).

Основные публикации

Kylosova T. I., Elkin A. A., Grishko V. V., Ivshina I. B. Biotransformation of prochiral sulfides into (R)-sulfoxides using immobilized *Gordonia terrae* IEGM 136 cells // *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 2016. V. 123. P. 8–13.

Kuyukina M. S., Ivshina I. B., Korshunova I. O., Stukova G. I., Krivoruchko A. V. Diverse effects of a biosurfactant from *Rhodococcus ruber* IEGM 231 on the adhesion of resting and growing bacteria to polystyrene // *AMB Express*. 2016. V. 6. No. 14. DOI 10.1186/s13568-016-0186-z.

Ivshina I., Kostina L., Krivoruchko A., Kuyukina M., Peshkur T., Anderson P., Cunningham C. Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil spiked

with model mixtures of petroleum hydrocarbons and heterocycles using biosurfactants from *Rhodococcus ruber* IEGM 231 // Journal of Hazardous Materials. 2016. V. 312. P. 8–17.

Victoria V. Grishko V. V., Tolmacheva I. A., Nebogatikov V. O., Galaiko N. V., Nazarov A. V., Dmitriev M. V., Ivshina I. B. Preparation of novel ring-A fused azole derivatives of betulin and evaluation of their cytotoxicity // European Journal of Medicinal Chemistry. 2016. DOI: 10.1016/j.ejmech.2016.09.065.

Tarasova E. V., Grishko V. V., Ivshina I. B. Cell adaptations of *Rhodococcus rhodochrous* IEGM 66 to betulin biotransformation // Process Biochemistry. 2016. DOI 10.1016/j.procbio.2016.10.003.

Morozov I. A., Mamaev A. S., Osorgina I. V., Lemkina L. M., Korobov V. P., Belyaev A. Yu., Porozova S. E., Sherban M. G. Structural-Mechanical and Antibacterial Properties of a Soft Elastic Polyurethane Surface After Plasma Immersion N2+ Implantation // Materials Science & Engineering C. 2016. V. 62. P. 242–248.

Gorbunova M. N., Lemkina L. M. New guanidine-containing nanocomposites impeding the growth of *Staphylococcus epidermidis* 33 and the biofilm formation // Journal of Biomedical Materials Research – Part A. 2016. V. 104. N. 3 P. 630–638

Smirnova G., Muzyka N., Lepekhina E., Oktyabrsky O. Roles of the glutathione- and thioredoxin-dependent systems in the *Escherichia coli* responses to ciprofloxacin and ampicillin // Archives of Microbiology. 2016. V. 198. P. 913–921.

Smirnova G. V., Tyulenev A. V., Muzyka N. G., Peters M. A., Oktyabrsky O. N. Ciprofloxacin provokes SOS-dependent changes in respiration and membrane potential and causes alterations in the redox status of *Escherichia coli*. // Research in Microbiology. 2016. doi: 10.1016/j.resmic.2016.07.008

Smirnova G., Bezmaternykh K., Oktyabrsky O. The effect of 20-hydroxyecdysone on the susceptibility of *Escherichia coli* to different antibiotics // Journal of Applied Microbiology, 2016. V. 121. P. 1511–1518.

Kozyreva L., Egorova D., Anan'ina L., Plotnikova E., Ariskina E., Pri-syazhnaya N., Radnaeva L., Namsaraev B. *Belliella buryatensis* sp. nov., isolated from alkaline lake water // IJSEM. 2016. V. 66. P. 137–143.

Kovalenko G. A., Perminova L. V., Rudina N. A., Maksimova Yu. G., Maksimov A. Yu., Sapropel-based supports as novel macroporous carbon-mineral adsorbents for enzymatic active substances // Resource-Efficient Technologies. 2016. doi: 10.1016/j.reffit.2016.09.001

Korolevskaya L. B., Shmagel K. V., Shmagel N. G., Saidakova E. V. Systemic activation of the immune system in HIV infection: The role of the immune complexes // Medical Hypotheses. 2016. V.88. P.53–56.

Shmagel K. V., Saidakova E. V., Shmagel N. G., Korolevskaya L. B., Chereshevnev V. A., Robinson J., Grivel J. C., Douek D. C., Margolis L., Anthony D. D., Lederman M. M. Systemic inflammation and liver damage in HIV/hepatitis C virus coinfection // HIV Med. 2016 Sep;17(8):581-9.

Кориунова И. О., Писцова О. Н., Куюкина М. С., Ившина И. Б. Влияние органических растворителей на жизнеспособность и морфофункциональные свойства родококков // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. № 1. С. 53–61.

Коротаев М. Ю., Полякова Е. Б., Вихарева Е. В., Рычкова М. И. Химическая структура осадка, образующегося в процессе биотрансформации парацетамола клетками *Rhodococcus ruber* ИЭГМ 77 // Биофармацевтический журнал. 2016. Т. 8. № 1. С. 13–19.

Ерошенко Д. В., Полюдова Т. В., Коробов В. П. Роль протондвижущей силы в процессах адгезии и образования биопленок *Staphylococcus epidermidis* // Микробиология. 2016. Т. 85. № 4. С. 481–483.

Смирнова Г. В., Лепехина Е. В., Музыка Н. Г., Октябрьский О. Н. Роль тиоловых редокс-систем при ответе бактерий *Escherichia coli* на стрессорные воздействия температур и антибиотиков // Микробиология, 2016. Т. 85. № 1. С. 26–36.

Плотникова Е. Г., Шумкова Е. С., Шумков М. С. Цельноклеточные бактериальные биосенсоры для детекции ароматических углеводов и их хлорированных производных (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. № 4. С. 353–364.

Соляникова И. П., Борзова О. В., Емельянова Е. В., Шумкова Е. С., Присяжная Н. В., Плотникова Е. Г., Головлева Л. А. Диоксигеназы, индуцирующиеся при разложении бензоата деструкторами хлорбифенилов *Rhodococcus wratislaviensis* G10 и хлорфенолов *Rhodococcus oracus* 1СР, и гены, потенциально вовлеченные в этот процесс // Биохимия. 2016. Т. 81. Вып. 9. С. 1239–1253.

Максимова А. В., Кузнецова М. В., Демаков В. А. Влияние синтетических нитрилов на морфологию и жизнеспособность некоторых видов бактерий // Известия РАН. Серия Биологическая. 2016. № 6. С. 631–637.

Максимова А. В., Кузнецова М. В., Кривцов А. В., Демаков В. А. Изменение почвенной микробиоты под влиянием нитрила акриловой кислоты в модельном эксперименте // Экология. 2016. № 6. С. 426–433.

Логина Н. П., Заморина С. А., Орлова Е. Г., Шириев С. В. Особенности экспрессии FOXP3 и RORgt CD4+ тимоцитами у детей в зависимости от сложности врожденных пороков сердца // Биологические мембраны. 2016. Т. 33, № 2. С. 98–104.

Горбунова О. Л., Шириев С. В. Молекулярные механизмы регуляции кисспептином формирования и функциональной активности Treg и Th17 // Биологические мембраны. 2016. Т. 33, № 3. С. 223–231.

Шириев С. В., Некрасова И. В., Орлова Е. Г., Горбунова О. Л. Роль лептина и грелина в регуляции фенотипа и продукции цитокинов NK-клетками периферической крови // Доклады Академии наук. 2016. Т. 470, № 5. С. 603–606.

Кулеш А. А., Куклина Е. М., Шестаков В. В. Взаимосвязь цитокинов в цереброспинальной жидкости и сыворотке крови с неврологическим, нейropsychологическим и функциональным статусом в остром периоде ишемического инсульта // Клиническая медицина. 2016; 94 (9). С. 657–662.

Заморина С. А., Раев М. Б. Трофобластический β 1-гликопротеин человека как фактор дифференцировки минорных регуляторных субпопуляций т-лимфоцитов (TREG, TH17). Роль молекул CD9 // Биологические мембраны: Журнал мембранной и клеточной биологии. 2016. Т. 33. № 4. С. 278–286.

Логинова Н. П., Заморина С. А., Орлова Е. Г., Ширшев С. В. Особенности экспрессии FOXP3 и IL17A CD4+-тимоцитами в зависимости от сложности врожденных пороков сердца // Биологические мембраны. 2016, том 33, № 2, С. 98–104.

Королевская Л. Б., Шмагель К. В., Сайдакова Е. В., Шмагель Н. Г., Слободчикова С. В., Черешнев В. А. Влияние коинфекции вирусом гепатита С на численность субпопуляций CD4+ и CD8+ Т-лимфоцитов ВИЧ-инфицированных пациентов, получающих антиретровирусную терапию // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2016. Т.161, №2. С. 243–246.

Шмагель Н. Г., Шмагель К. В., Королевская Л. Б., Сайдакова Е. В., Черешнев В. А. Системное воспаление и повреждение кишечного барьера при эффективном лечении ВИЧ-инфекции // Клиническая медицина. 2016. Т. 94. № 1. С. 47–51.

Королевская Л. Б., Шмагель К. В., Сайдакова Е. В., Шмагель Н. Г., Черешнев В. А. Иммунные комплексы, содержащие антигены ВИЧ, активируют Т-лимфоциты периферической крови // Доклады Академии наук. 2016. Т. 469, № 2. С. 256–259.

Гейн С. В., Шаравьева И. Л. Влияние блокады опиатных рецепторов на микробицидный потенциал и продукцию ИЛ-1 β , ФНО- α и ИЛ-10 перитонеальными макрофагами в условиях стресса // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2016. Т. 161, № 3. С. 313–317.

Опубликовано: 86 статей, из них 71 на русском языке в российских журналах и 15 на иностранных языках в зарубежных журналах, получены 2 патента РФ.

Тобольская комплексная научная станция Уральского отделения РАН

Директор – кандидат экономических наук И. А. Ломакин

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Выявлены закономерности распределения металлов (Fe, Mn, Pb, Sr, Zn, Cr, Ni, Cu, Co, As, Mo) в доминирующих видах растений пойменных почв нижнего течения реки Иртыш. При накоплении и перераспределении металлов в органах исследуемых растений проявляется видовая специфика. Высокой аккумуляцией большинства металлов отличались виды *Inula britannica* и *Mentha arvensis*. Максимальная концентрация Ni установлена в надземных органах *Equisetum arvense* и корнях *Cirsium arvense*. Повышенное накопление Zn обнаружено в корнях *Plantago media* и надземной части *Cirsium arvense* и *Lathyrus pratensis*. В однотипных биогеохимических условиях формирования пойменного режима установлено, что валовое распределение металлов в почвах аналогично для донных отложений нижнего течения реки Иртыш: Fe>Mn>Pb>Sr>Zn \approx Cr>Ni>Cu>Co>As>Mo. Выявлено превышение кларков As и Pb, обусловленное активной техногенной миграцией данных металлов на водосборной территории и аккумулятивным гео-

химическим характером поймы реки (к.т.н. Г. С. Алимова, к.б.н. А. А. Чемезин, А. Ю. Токарева, Е. С. Земцова, к.б.н. Р. В. Кайгородов, И. А. Уткина).

Результаты исследований показали, что эпицентрами синантропизации биоты в Западно-Сибирской Арктике и Субарктике выступают свалки и полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), где благодаря человеку формируются кормовые и защитные условия, благоприятные для круглогодичного обитания типичных синантропных видов млекопитающих – домовый мышь и серой крысы. Северные полигоны ТБО служат местом концентрации некоторых оседлых и перелетных видов птиц: полевого воробья, белой трясогузки, восточной клуши. Удобными миграционными путями для продвижения в северном направлении синантропных видов организмов, в том числе адвентивных (заносных), являются выработанные обводненные карьеры по добыче строительного песка, а также линейные сооружения: автомобильные и железные дороги, трассы газопроводов. Дороги и трассы газопроводов представляют собой также линейные центры расселения адвентивных видов растений и животных в регионе (к.б.н. О. А. Капитонова, к.б.н. С. А. Козлов, В. И. Капитонов, к.б.н. Е. И. Попова).

Проведен анализ многолетних исследований структуры населения беспозвоночных, термических характеристик зональных и экстразональных сообществ на коренной террасе Иртыша в подзоне южной тайги Западной Сибири. Установлено, что экстразональные сообщества, кроме сходства растительного покрова, с их зональными аналогами объединяет структура населения. В почвах таежных лесов доминируют хищные беспозвоночные, в лиственных лесах (аналогах подтаежных) преобладают сапрофаги, в почвах разнотравной многолетней залежи, как и в луговых степях, велика доля фитофагов. Термические показатели почв в направлении «тайга → лиственный лес → залежь» характеризуются направленным устойчивым трендом: ростом среднегодовой температуры: 4,9→6,4 °С, увеличением суммы положительных температур: 1780→2330 °С и увеличением продолжительности безморозного периода на 2 недели. Изменение климата в Западной Сибири, его аридизация не вызовут катастрофических перемен, а лишь приведут к увеличению площади современных экстразональных и сокращению таежных сообществ (к.б.н. С. П. Бужало, Н. В. Важенина, Е. В. Сергеева).

Проведены комплексные исследования антропогенных придорожных фитоценозов. Выяснено, что большая часть общего проективного покрытия растительных сообществ приходится на синантропные виды. Отмечено, что отдельные фитоценозы испытывают чрезмерную антропогенную нагрузку, при которой структура сообществ упрощается, уменьшается видовое разнообразие. Показано, что концентрация хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов изменяется в зависимости от условий произрастания. В стрессовых антропогенных условиях регистрируется повышенное содержание каротиноидов. Все исследуемые растения реагируют на антропогенное воздействие увеличением доли стерильной пыльцы. Полученные результаты можно использовать для оценки степени антропогенной нагрузки на фитоценозы придорожных экосистем и спрогнозировать степень вероятных изменений в них. Прогноз результатов позволит определить необходимую систему мер,

направленных на повышение устойчивости растительных сообществ (к.б.н. Е. И. Попова, д.б.н. Б. С. Харитонцев, к.т.н. Г. С. Алимова, к.б.н., Р. В. Кайгородов, Е. С. Земцова, А. Ю. Токарева).

Направление 52. Биологическое разнообразие

Получены новые данные о распространении ряда видов растений, грибов и насекомых на территории Западной Сибири. Обнаружены новые для региона виды грибов (*Donadinia sibirica* и *Lignomyces velinianus*), сосудистых растений (*Typha angustifolia* L. (= *T. elatior* Boenn.), *T. × smirnovii* Mavrodiev, *T. austro-orientalis* Marodiev), насекомых (*Parethelcus pollinarius* и *Dorytomus tremulae*). Для целого ряда видов обнаружены новые местонахождения в пределах области. Подтверждена локализация видов степного и лесостепного комплекса на сохранившихся участках ксеротермных склонов южной экспозиции коренных берегов рек Ишим и Иртыш. К ненарушенным болотным массивам надпойменных террас реки Иртыш приурочены редкие влаголюбивые бореальные и гипоарктические виды. Как первый, так и второй типы местообитаний нуждаются в региональной охране в целях сохранения генофонда растительного и животного мира Западной Сибири. В то же время для некоторых видов показано расширение ареалов в северном направлении, обусловленное антропогенной трансформацией ландшафтов (к.б.н. О. А. Капитонова, д.б.н. Б. С. Харитонцев, к.б.н. Е. Д. Галич, к.б.н. С. А. Козлов, д.б.н. Н. Г. Ильминских, В. И. Капитонов, Н. В. Важенина, Е. В. Сергеева, Ю. А. Тюлькин).

Установлено, что в районе зимовальных ям Нижнего Иртыша – Горнолинкинской зимовальной русловой ямы и Подчувашской суводи – содержание нефтепродуктов в донных отложениях (ДО) находится на предельно-допустимом уровне – 16–28 мг/кг (ПДУ_{до}). Превышение в 1,5–2 раза (до 50 мг/кг) происходит в период повышения уровня воды реки Иртыш (весна, осень). Повышенное содержание нефтепродуктов в донных отложениях отмечается периодически, что обусловлено их смывом и выносом с загрязненных пойменных площадей, судоходством, а также склонностью к накоплению нефтепродуктов иловыми включениями, которые присутствуют в донных отложениях исследуемого участка реки.

Установлено долевое преобладание перемещения производителей и подросшей молоди массовых видов рыб в структуре потока реки Конда со скоростью ниже критической («сносящей») как против течения (64% от общего числа зарегистрированных рыб), так и по течению (68% от общей численности рыб), при нерестовых и нагульных миграциях соответственно (весенний период). Выявлено возрастание миграционной активности подъема против течения массовых видов рыб в зонах потока со скоростями ниже критической (17 см/с) при условии подъема температуры воды в определенных интервалах: от 1,5 до 4,5 °С – доля рыб возрастает с 44 до 77%; от 4 до 8,5 °С – доля рыб возрастает с 57 до 73 %. При перемещении рыб вниз по течению наблюдается такая же закономерность, но в меньшей степени: от 1,5 до 4,5 °С – доля рыб возрастает с 58 до 77 %; от 4 до 8,5 °С – доля рыб возрастает с 63 до 79 %. Результаты по реке Конда были получены с использованием гидроакустических методов (к.б.н. А. А. Чемагин, А. С. Алдохин, И. Н. Медведева).

Основные публикации

Алимова Г. С., Земцова Е. С., Токарева А. Ю. Применение экогеологических критериев при оценке химического загрязнения донных отложений Нижнего Иртыша. Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 94–98.

Alimova G. S., Korzhavin A. V., Zemtsova E. S., Dudareva I. A., Tokareva A. J., Popova E. I., Sulkarnaeva R. M. Heavy metals accumulation in the riverside soil of Samsonovskaya, Lev and Vandrass minor rivers // In the World of Scientific Discoveries. 2015. Series B. Vol. 3. N. 2. P. 22–33.

Алимова Г. С., Уткина И. А. Содержание ^{137}Cs и ^{40}K в донных отложениях и рыбах р. Иртыш и р. Тобол // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 9 (часть 1). С. 101–104.

Бухкало С. П. Структура населения почвенных беспозвоночных в лесах подзоны южной тайги Западной Сибири // Экологические и эволюционные механизмы структурно-функционального гомеостаза живых систем: Материалы XIV Международ. науч.-практ. экол. конф. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2016. С. 91–94.

Важенина Н. В. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как биоиндикаторы развития сообществ южной тайги Западной Сибири // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер. естественные науки. 2016. №11 (232). Вып. 35. С. 70–80.

Важенина Н. В. Эколого-фаунистическая характеристика карабидокомплекса (Coleoptera, Carabidae) памятника природы «Киселевская гора с Чувашским мысом» // Актуальные проблемы естественных и гуманитарных наук. М.: Науч.-издат. Инф. Центр. 2016. № 7-1. С. 35–39.

Галич Д. Е. О новых находках краснокнижных видов насекомых (Insecta) в Тюменской области // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 10. Ч. 3. С. 71–73.

Галич Д. Е., Сергеева Е. В., Легалов А. А. Новые находки долгоносиков (Coleoptera, Curculionidae) в Тюменской области // Евразийский энтомологический журнал. 2016. 15 (3). С. 258–260.

Елфимов А. Г., Ильминских Н. Г., Каракулов А. В. Каталог коллекции растений открытого грунта ботанического сада «Ермаково поле» (г. Тобольск) // Тобольск: ТРОБФ «Возрождение Тобольска». 2016. 42 с.

Капитонова О. А. К систематике и экологии рогозов (*Typha* L.) Западной Сибири // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сб. науч. статей по материалам XV международ. науч.-практ. конф. Барнаул: Концепт. 2016. С. 325–328.

Капитонова О. А. Материалы к изучению таксономического состава семейства рогозовые (*Typhaceae*) и синтаксономической структуры рогозовых сообществ Предураля и Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25838> (дата обращения: 15.12.2016).

Капитонова О. А. Рогозы (*Typha* L.) Западной Сибири: таксономический состав, лекарственные свойства // Лекарственные растения Ботанического сада / Научно-практ. конф., посвящ. 70-летию Бот. сада ФГБОУ ВО Первого Московского гос. медицинского ун-та им. И. М. Сеченова // М.: Изд-во Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова, 2016. С. 54–57.

Капитонова О. А. Новая находка *Phragmites altissimus* (Poaceae) в Западной Сибири // Вестник Курганского государственного университета. Серия Естественные науки. 2016, № 4 (43). Вып. 9. С. 21–23.

Капитонова О. А., Капитонов В. И. Новые находки рогозов (*Typha* L.) в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12 (54). С. 28–31.

Козлов С. А. Особенности вертикального распределения микроартропод в различных биотопах Западно-Сибирской Арктики // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25315> (дата обращения: 07.12.2016).

Козлов С. А., Либерман Е. Л. Сравнительный анализ плотности населения орибатид в естественных биотопах и агроценозах юга Тюменской области // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=25745> (дата обращения: 08.12.2016).

Козлов С. А., Либерман Е. Л. Плотность населения орибатид в агроценозе под воздействием различных доз минеральных удобрений // Интерактивная наука. 2016. № 10. https://interactive-science.media/article/115520/discussion_platform – ISSN 2414-9411 (дата обращения: 8.12.2016).

Кузьмин И. В., Капитонов В. И. Находки синантропных растений в Белоярском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Сер. 2. Физико-математические и естественные науки. 2016. Вып. 1–2. С. 24–27.

Ломакин И. А., Козлов С. А. Экология и фауна микроартропод вблизи строительных площадок крупных нефтехимических производств // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25673> (дата обращения: 10.12.2016).

Попова Е. И. Содержание пигментов фотосинтеза в антропогенных фитоценозах города Тобольска // В мире научных открытий. №. 10 (82). 2016. С. 110–120.

Сергеева Е. В. Трофическая структура почвенной мезофауны в сообществах южной тайги Западной Сибири // Научные ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2016. № 11 (232). Вып. 35. С. 41–48.

Токарева А. Ю., Алимова Г. С., Земцова Е. С. Накопление химических элементов в растительных сообществах поймы Нижнего Иртыша // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2016. № 1 (11). С. 120–123.

Тюлькин Ю. А. Гибель птиц при столкновении с остекленными поверхностями домов в г. Тобольске в сентябре 2016 г. // Тобольск научный – 2016: Материалы XIII Всерос. научно-практ. конф. (с междунар. участием). Тобольск: Типография «Принт-Экспресс». 2016. С. 86–89.

Харитонцев Б. С. Генезис фитостромы Ишимских бугров // Вестник Курганского гос. ун-та. Сер. Естественные науки. 2016. № 4 (43). Вып. 9. С. 56–60.

Харитонцев Б. С. Особенности пойменной фитобиоты Иртыша окрестностей г. Тобольска // IX Зырянские чтения: материалы Всерос. научно-практ. конф. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. 2016. С. 211–212.

Чемагин А. А. Макро- и микроэлементы в олигохетах Нижнего Иртыша // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25370> (дата обращения: 25.11.2016).

Чемагин А. А. Распределение тяжелых металлов в донных отложениях в районе Горнослинкинской зимовальной русловой ямы в летне-осенний период // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25254> (дата обращения: 25.11.2016).

Опубликовано: 66 статей, из них 39 статей на русском языке в российских журналах, 3 на иностранных языках в переводных версиях российских журналов, 24 статьи в сборниках материалов российских конференций и одно научно-справочное издание.

СЕКЦИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ ОБН РАН

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ГЕНА РАН

Директор – академик РАН П. Г. Георгиев

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Белок CTCF является единственным известным консервативным белком, участвующим в организации архитектуры хромосом у животных. Впервые продемонстрирована *in vivo* функциональная роль белка CTCF в организации границы между транскрипционными доменами в локусе *bithoxa* модельного организма – плодовой мушки *Drosophila*, что позволит использовать дрозофилу как модельный организм для исследования свойств, функций и механизма действия белка CTCF млекопитающих (к.б.н. О. Г. Максименко, к.б.н. А. Н. Бончук, ак. П. Г. Георгиев).

Впервые продемонстрирована роль трех архитектурных белков, содержащих ZAD-домены, в организации дистанционных взаимодействий между удаленными друг от друга регуляторными элементами генома (к.б.н. О. В. Кырчанова, к.б.н. О. Г. Максименко, ак. П. Г. Георгиев).

Установлено, что в зависимости от стадии развития в клетках нервной системы и их предшественниках в мультибелковый комплекс SWI/SNF, ремоделирующий хроматин и регулирующий активность генов, входят различные изоформы его субъединицы RHF-10, которая определяет взаимодействие комплекса с генами-мишенями (к.б.н. Н. В. Сошникова, чл.-к. С. Г. Георгиева).

Установлен молекулярный механизм взаимодействия между рецептором ядерной поры Nxf1 и комплексом экспорта мРНК из ядра TREX-2 в клетках плодовой мушки *Drosophila*, которое обеспечивается белком Orc3 (к.б.н. Д. В. Копытова, д.б.н. Е. Н. Набирочкина, чл.-к. С. Г. Георгиева).

Впервые расшифрованы и установлены структуры геномов ящериц семейства Lacertiae (партеногенетического однополого вида *Darevskia unisexualis* и его родительских двуполовых видов). Расшифрованные геномы, являясь первыми для ящериц семейства Lacertiae, а также первым расшифрованным геномом гибридного происхождения, могут быть использованы как референсные в генетических эволюционных исследованиях близких видов (к.б.н. В. И. Корчагин, к.б.н. А. А. Вергун, чл.-к. А. П. Рысков).

На основании экспериментальных данных по организации главного локуса α/β -глобиновых генов у рыбы *Danio rerio* предложена модель эволюции предкового слитого локуса α/β -глобиновых генов, завершившейся сегрегацией α - и β -глобиновых генов в хроматиновых доменах разных типов на разных хромосомах (к.б.н. С. В. Ульянов, д.б.н. О. В. Яровая, чл.-к. С. В. Разин).

Разработана оптогенетически управляемая (светом) система индукции преждевременного клеточного старения. Разработка позволит исследовать клеточное старение и способы борьбы с ним на новом уровне (к.б.н. О. Л. Кантидзе, к.б.н. А. К. Величко, А. В. Лужин, чл.-к. С. В. Разин).

Разработана новая система очистки фрагментов рекомбинантной ДНК, вырезаемых из плазмидных векторов, которая упрощает подготовку фрагментов ДНК для микроинъекций эмбрионов при трансгенезе животных (к.б.н. С. В. Калинин, к.б.н. М. В. Шепелев, Е. К. Саакян, д.б.н. И. В. Коробко).

Создан прототип нового биотерапевтического препарата на основе однодоменных антител, мишенью для которых является вызывающая генитальную инфекцию микоплазма *Mycoplasma hominis*. В доклинической модели на мышах показано эффективное подавление генитальной инфекции, вызванной *Mycoplasma hominis*. Разработка является прототипом для создания лекарственного препарата для лечения генитальных инфекций человека (д.б.н. С. В. Тиллиб, к.б.н. Т. И. Иванова; совместно с ФНИЦ эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи).

Получена модифицированная форма нейротрофического фактора глиальных клеток (mGDNF), обладающая повышенными нейропротекторными свойствами. mGDNF является перспективным терапевтическим средством, позволяющим усовершенствовать поддерживающую терапию при нейродегенеративных заболеваниях, ишемических инсультах и других нарушениях, приводящих к гибели нейронов, а также при повреждениях роговицы глаза (к.б.н. А. В. Ревущин, Д. Ю. Пантелеев, д.б.н. Г. В. Павлова).

Получены опухоль-специфические нанотранспортеры пролонгированного действия для лечения онкологических заболеваний. Увеличение стабильности нанотранспортеров достигается присоединением полиэтиленгликоля, который отщепляется опухолевыми протеазами с высвобождением функционально активного нанотранспортера в опухоли (к.б.н. А. А. Розенкранц, к.б.н. А. В. Уласов, к.б.н. Т. А. Сланикова, к. ф.-м.н. Ю. В. Храмов, д.б.н. А. С. Соболев).

Создана животная (в мышах) модель одного из генетических вариантов дистрофии Дюшена. При создании генетически модифицированных мышей с протяженной (450 т.п.н.) делецией в гене дистрофина была использована

технология направленного редактирования генома CRISPR/Cas9. Полученная линия животных характеризуется присутствием характерных для дистрофии Дюшена хронического воспаления и мышечной дегенерации и может быть использована при разработке и доклинических исследованиях способов лечения этого заболевания (к.б.н. А. В. Дейкин, Е. Д. Зотова).

Разработаны новые модульные нанотранспортеры с антиоксидантной активностью, являющиеся прототипами лекарственных препаратов для борьбы с окислительным стрессом (к.б.н. А. А. Розенкранц, к.б.н. А. В. Уласов, к.б.н. Т. А. Слестникова, к.ф.-м.н. Ю. В. Храмов, д.б.н. А. С. Соболев).

Направление 59. Молекулярные основы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Установлена одна из причин встречающейся невозможности проведения фотодиагностики в ходе операций по удалению опухолей головного мозга. Причина заключается в снижении продукции в опухолевых клетках белка СРОХ, участвующего в синтезе флуоресцирующего вещества, которое делает возможным точную визуализацию опухоли, и установлены молекулярные механизмы, приводящие к такому снижению. Полученные результаты открывают возможности усовершенствования методов визуализации опухолей, способствуя более точному удалению злокачественных новообразований и позволяя повысить эффективность оперативного вмешательства (Н. А. Пустогаров, Д. Ю. Пантелеев, д.б.н. Г. В. Павлова).

Установлена идентичность механизмов активации цитотоксических лимфоцитов тремя стимуляторами иммунного ответа: белком врожденного иммунитета Tag7, классическим цитокином IL-2 и используемым в качестве противовирусного лекарственного средства тилороном (к.б.н. Д. В. Яшин, д.б.н. Л. П. Сащенко).

Описан новый молекулярный маркер агрессивных форм глиобластом – белок SCP3. Увеличение продукции белка SCP3 может способствовать хромосомной нестабильности опухолевых клеток, что имеет существенное значение для выбора методов противоопухолевой терапии (к.б.н. А. В. Ревущин, д.б.н. Г. В. Павлова).

Установлено, что белок Tag7 может участвовать не только во врожденном, но и в приобретенном иммунном ответе (к.б.н. Д. В. Яшин, д.б.н. Л. П. Сащенко).

Направление 62. Биотехнология

Создана система поиска веществ, обладающих способностью восстанавливать уровень белка-супрессора опухолевого роста Pdcd4 в опухолевых клетках. Система скрининга может быть использована для поиска новых веществ с противоопухолевой активностью, поскольку утеря Pdcd4 имеет причинно-следственную связь с прогрессией опухоли. Достоинством разработанной системы является возможность одновременно выявлять воздействие исследуемых веществ сразу на несколько различных известных проонкогенных молекулярных механизмов, активация которых приводит к утере Pdcd4 в опухолевых клетках (к.б.н. М. В. Шенелев, к.б.н. С. В. Калининченко, д.б.н. И. В. Коробко).

Разработаны модульный нанотранспортер с новым лигандным модулем (фолатом), обеспечивающим его адресную доставку в организме, и одностадийный метод его эффективного мечения радиоактивным изотопом ^{111}In . В доклинической модели опухолей мышей выявлен выраженный терапевтический эффект однократной инъекции разработанного препарата (к.б.н. А. А. Розенкранц, к.б.н. А. В. Уласов, к.б.н. Т. А. Слестникова, к. ф.-м.н. Ю. В. Храпцов, д.б.н. А. С. Соболев).

Разработан метод получения первичных и перевиваемых клеточных культур глиомы из операционного материала. Клеточные культуры глиом являются ценным объектом не только для исследования этого типа опухолей, но и для разработки новых методов лечения этого злокачественного заболевания, в том числе и персонифицированные терапевтические подходы, основанные на молекулярных особенностях опухолей (Д. Ю. Пантелеев, д.б.н. Г. В. Павлова).

Основные публикации

Petrova N. V., Velichko A. K., Razin S. V., Kantidze O. L. Early S-phase cell hypersensitivity to heat stress. *Cell Cycle*. 2016. 15 (3). P. 337–344.

Kopytova D., Popova V., Kurshakova M., Shidlovskii Y., Nabirochkina E., Brechalov A., Georgiev G., Georgieva S. ORC interacts with THSC/TREX-2 and its subunits promote Nxf1 association with mRNP and mRNA export in *Drosophila*. *Nucleic Acids Res.* 2016. 44 (10). P. 4920–4933.

Ulianov S. V., Khrameeva E. E., Gavrillov A. A., Flyamer I. M., Kos P., Mikhalova E. A., Penin A. A., Logacheva M. D., Imakaev M. V., Chertovich A., Gelfand M. S., Shevelyov Y. Y., Razin S. V. Active chromatin and transcription play a key role in chromosome partitioning into topologically associating domains // *Genome Res.* 2016. 26 (1). P. 70–84.

Durymanov M. O., Yarutkin A. V., Bagrov D. V., Klinov D. V., Kedrov A. V., Chemeris N. K., Rosenkranz A. A., Sobolev A. S. Application of vasoactive and matrix-modifying drugs can improve polyplex delivery to tumors upon intravenous administration // *J Control Release*. 2016. 232. P. 20–28.

Krasnov A. N., Mazina M. Y., Nikolenko J. V., Vorobyeva N. E. On the way of revealing coactivator complexes cross-talk during transcriptional activation // *Cell Biosci.* 2016. 6. P. 15.

Burmistrova D. A., Tillib S. V., Shcheblyakov D. V., Dolzhikova I. V., Shcherbinin D. N., Zubkova O. V., Ivanova T. I., Tukhvatulin A. I., Shmarov M. M., Logunov D. Y., Naroditsky B. S., Gintsburg A. L. Genetic Passive Immunization with Adenoviral Vector Expressing Chimeric Nanobody-Fc Molecules as Therapy for Genital Infection Caused by *Mycoplasma hominis* // *PLoS One*. 2016. 11 (3). e0150958.

Barr J., Yakovlev K. V., Shidlovskii Y., Schedl P. Establishing and maintaining cell polarity with mRNA localization in *Drosophila*. *Bioessays*. 2016. 38 (3). P. 244–253.

Yashin D. M., Romanova E. A., Ivanova O. K., Sashchenko L. P. The Tag7-Hsp70 cytotoxic complex induces tumor cell necroptosis via permeabilisation of lysosomes and mitochondria // *Biochimie*. 2016. 123. P. 32–36.

Nefedochkina A. V., Petrova N. V., Ioudinkova E. S., Kovina A. P., Iarovaia O. V., Razin S. V. Characterization of the enhancer element of the *Danio rerio* minor globin gene locus // *Histochem Cell Biol.* 2016. 145 (4). P. 463–473.

Gavrilov A. A., Shevelyov Y. Y., Ulianov S. V., Khrameeva E. E., Kos P., Chertovich A., Razin S. V. Unraveling the mechanisms of chromatin fibril packaging // *Nucleus*. 2016. 7 (3). P. 319–324.

Razin S. V., Gavrilov A. A., Vassetzky Y. S., Ulianov S. V. Topologically associating domains: gene warehouses adapted to serve transcriptional regulation // *Transcription*. 2016. 7 (3). P. 84–90.

Revishchin A., Moiseenko L., Kust N., Bazhenova N., Teslia P., Panteleev D., Kovalzon V., Pavlova G. Effects of striatal transplantation of cells transfected with GDNF gene without pre- and pro-regions in mouse model of Parkinson's disease // *BMC Neurosci*. 2016. 17 (1). P. 34.

Semenova E., Savitskaya E., Musharova O., Strotskaya A., Vorontsova D., Datsenko K. A., Logacheva M. D., Severinov K. Highly efficient primed spacer acquisition from targets destroyed by the *Escherichia coli* type I-E CRISPR-Cas interfering complex // *Proc Natl Acad Sci U S A*. 113 (27). P. 7626–7631.

Kyrchanova O., Mogila V., Wolle D., Deshpande G., Parshikov A., Cléard F., Karch F., Schedl P., Georgiev P. Functional Dissection of the Blocking and Bypass Activities of the Fab-8 Boundary in the *Drosophila* Bithorax Complex // *PLoS Genet*. 2016. 12 (7). e1006188.

Shepelev M. V., Kopantsev E. P., Vinogradova T. V., Sverdlov E. D., Korobko I. V. hTERT and BIRC5 gene promoters for cancer gene therapy: A comparative study // *Oncology Letters*. 2016. 12. P. 1204–1210.

Zolotarev N., Fedotova A., Kyrchanova O., Bonchuk A., Penin A. A., Lando A. S., Eliseeva I. A., Kulakovskiy I. V., Maksimenko O., Georgiev P. Architectural proteins Pita, Zw5, and ZIPIC contain homodimerization domain and support specific long-range interactions in *Drosophila* // *Nucleic Acids Res*. 2016. 44 (15). P. 7228–7247.

Golov A. K., Razin S. V., Gavrilov A. A. Single-cell genome-wide studies give new insight into nongenetic cell-to-cell variability in animals // *Histochem Cell Biol*. 2016. 146(3). P. 239–254.

Luzhin A. V., Velichko A. K., Razin S. V., Kantidze O. L. Automated Analysis of Cell Cycle Phase-Specific DNA Damage Reveals Phase-Specific Differences in Cell Sensitivity to Etoposide // *J Cell Biochem*. 2016. 117. P. 2209–2214.

Petrova N. V., Luzhin A. V., Serebrovskaya E. O., Ryumina A. P., Velichko A. K., Razin S. V., Kantidze O. L. Inducing cellular senescence in vitro by using genetically encoded photosensitizers // *Aging (Albany NY)*. 2016. 8 (10). P. 2449–2462.

Serebryakova M., Tsubulskaya D., Mokina O., Kulikovskiy A., Nautiyal M., Van Aerschot A., Severinov K., Dubiley S. A Trojan-Horse Peptide-Carboxymethyl-Cytidine Antibiotic from *Bacillus amyloliquefaciens* // *J Am Chem Soc*. 2016. 138 (48). P. 15690–15698.

Popova V. V., Georgieva S. G., Kopytova D. V. Orc3, a subunit of *Drosophila* pre-replication complex directly binds mRNA and interacts with ENY2 subunit of the TREX-2 mRNA export complex // *Biochem Mol Biol J*. 2016. 2 (2). P. 14.

Shepelev M. V., Korobko E. V., Korobko I. V. Principles of an Adenovirus-Based Assay for Candidate Compounds with Broad Spectrum of Anti-Neoplastic Activities // *Letters in drug design and discovery*. 2016. 13 (10). P. 1007–1011.

Komissarov A. S., Korchagin V. I., Kliver S. F., Dobrynin P. V., Semyenova S. K., Vergun A. A., O'Brien S. J., Ryskov A. P. The complete mitochondrial genome of the parthenogenetic Caucasian rock lizard *Darevskia unisexualis* (Squamata: lacertidae) contains long tandem repeat formed by 59 bp monomer // *Mitochondrial DNA part B: Resources*. 2016. 1 (1). P. 875–877.

Опубликовано: 194 работы, из них 62 статьи на русском языке в российских журналах и 45 статей на иностранных языках в зарубежных журналах, 74 статьи в сборниках материалов российских конференций и 13 статей в сборниках материалов зарубежных конференций; 2 монографии на русском языке и одна глава в книге на иностранном языке.

ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ИМ. АКАДЕМИКОВ М. М. ШЕМЯКИНА

И Ю. А. ОВЧИННИКОВА РАН

Врио директора – академик РАН А. Г. Габиров

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

Впервые показана способность секретируемого белка Noggin4 связывать и ингибировать функцию регулятора задних отделов ЦНС – одного из лигандов бета-катенинового сигнального каскада – секретируемого белка Wnt8. На модели белков семейства Noggin и Wnt разработан комплекс методов для изучения диффузии и взаимодействия морфогенов в межклеточном пространстве эмбриональных тканей. В результате впервые удалось измерить коэффициенты диффузии этих белков в живом эмбрионе лягушки, а также продемонстрировать важную роль адсорбции на внеклеточном матриксе в их диффузии. В частности установлено, что Noggin4 в отличие от других белков этого семейства не взаимодействует с межклеточным матриксом и является дальнедействующим ингибитором Wnt8. С помощью математического моделирования показано, что такое дальнее действие играет роль важного фактора, необходимого для создания морфогенетического градиента Wnt8 в зачатке ЦНС (д.б.н. А. Г. Зарайский, к.х.н. А. А. Белогуров, чл.-к. К. А. Лукьянов).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

На основе предварительных данных об N-концевой аминокислотной последовательности белка, экспрессируемого штаммом CS-20 гриба *F. oxysporum*, была определена структура его кДНК. С помощью методов биоинформатического анализа предсказана полная аминокислотная последовательность белка CS20EP, расчетная масса которого соответствовала полученным ранее данным MALDI-TOF (~10 кDa). Показано, что белок CS20EP обладает элиситорной активностью, стимулируя защитную реакцию растений томата в ответ на их заражение вирулентным штаммом *F. oxysporum*, вызывающим сосудистый вилт и некроз проводящих тканей. Уста-

новлено, что изучаемый белок имеет ряд структурных отличий от сходных по последовательности белков вирулентных штаммов *F. oxysporum* и других видов рода *Fusarium*. Последовательность нуклеотидов гена, кодирующего белок CS20EP, депонирована в базу данных GenBank NCBI (accession number KR028481) (чл-к. С. К. Завриев).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

На примере зеленого флуоресцентного белка GFP впервые удалось экспериментально определить так называемый «ландшафт приспособленности» целого белка. Уникальный подход, разработанный в ходе работы, позволил соотнести функцию (флуоресценцию) и аминокислотную последовательность для нескольких десятков тысяч случайных мутантных вариантов с выявлением множества эпистатических (влияющих друг на друга) замен. Характеризация «ландшафта приспособленности» GFP делает возможным компьютерное предсказание свойств новых мутаций во флуоресцентных белках, а также имеет большое значение в различных областях науки, например, в молекулярной эволюции и белковой инженерии. С помощью расчетов возможных путей передачи электрона от возбужденного хромофора GFP к внешним молекулам и последующей экспериментальной проверки этих предположений удалось создать мутантные варианты с нарушением данных путей и, соответственно, повышенной фотостабильностью. Разработанный подход является новым в актуальной проблеме направленного создания фотостабильных вариантов флуоресцентных белков (чл-к. К. А. Лукьянов, д.б.н. Д. М. Чудаков, д.б.н. И. В. Ямпольский, д.б.н. Ю. Б. Лебедев).

Впервые за последние 25 лет сделан прорыв в изучении химической природы свечения живых организмов: высших грибов и сибирских почвенных червей *Fridericia heliota*: были определены уникальные структуры основных компонентов реакции биолюминесценции и подробно исследованы механизмы свечения. На основе полученных соединений и их искусственных аналогов возможна разработка новых конкурентоспособных методов химического анализа, клинических анализов, скрининга лекарственных препаратов, биоимиджинга (получения изображения отдельных клеток и тканей в живом организме) (д.б.н. И. В. Ямпольский).

Проведена вторая фаза клинических испытаний инкапсулированных пептидов, фрагментов основного белка миелина для лечения рассеянного склероза. Введение этих пептидов, инкапсулированных в маннозилированные липосомы, нормализовало уровень сывороточного TNF-alpha и IL-2 и хемоаттрактантов CCL2 и CCL4 у пациентов с диагнозом рассеянный склероз. Препарат, по всей видимости, может иметь перспективу использования в случае неудач в применении препаратов первой линии (ак. А. Г. Габиров).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Определена значимость уровня метилирования LINE-1 ретротранспозонов в циркулирующей ДНК крови для диагностики рака легкого (РЛ). Метод определения уровня метилирования фрагментов промоторной области ретропозо-

нов LINE-1 основан на выделении гиперметилированных фрагментов при помощи ДНК-метил-связывающего белка (Methylated CpGIsland Recovery Assay, MIRA) в комбинации с количественной ПЦР. Выявлено статистически значимое снижение уровня метилирования фрагментов промоторной области подсемейства L1Ns в циркулирующей ДНК крови у больных РЛ по сравнению со здоровыми донорами (критерий Манна-Уитни, $p=0.0012$) (д.б.н. Т. Л. Ажикина).

Методами молекулярной генетики, сайт-направленного мутагенеза, филогенетического анализа и молекулярного моделирования *in silico* изучали механизм аутогенного контроля экспрессии оперона *gplM-rpsI* его продуктом, рибосомным белком L13. Построены 3D-модели структур регуляторной области *gplM* мРНК и ее комплекса с L13. Показано, что для аутогенной регуляции трансляции оперона необходимо присутствие в клетке РНК-хеликазы *SrmB*, которая формирует участок 23S рРНК для связывания L13 на ранних этапах биогенеза рибосом. Участие РНК-хеликазы в аутогенном контроле рибосомного оперона указывает на необычный механизм регуляции его экспрессии (к.х.н. И. В. Бони).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Альтернативой использования комбинаторных библиотек для селекции *in vitro* антител стало применение алгоритмов для виртуального отбора наиболее эффективных каталитических иммуноглобулинов. Впервые параметры QM/MM расчеты реакций деградации антигенов, после чего параметры этих реакций использовали для выработки критериев виртуального скрининга. Было отобрано несколько эффективных мутантов из библиотеки 167538 искусственно генерированных мутантов. Полученные кинетические характеристики проверены экспериментально, а структуры подтверждены рентгеноструктурным анализом (к.х.н. И. В. Смирнов, к.х.н. А. А. Белогуров, д.б.н. Н. А. Пономаренко, ак А. Г. Габиров).

Разработан метод подготовки, секвенирования и анализа молекулярно баркодированных кДНК библиотек, впервые позволивший проводить безошибочный анализ полноразмерных переменных участков генов иммуноглобулинов (к.б.н. М. А. Турчанинова, к.б.н. О. В. Британова, к.б.н. М. А. Шугай, к.б.н. Е. М. Мерзляк, д.б.н. Д. М. Чудаков, к.б.н. И. З. Мамедов).

Направление 61. Молекулярное моделирование структуры, динамики, функции биомолекулярных систем

Некоторое время назад мы предложили компьютерный алгоритм белковой топографии, применение которого позволило объяснить селективное действие α -нейротоксинов из яда скорпионов на потенциал-чувствительные натриевые каналы насекомых и млекопитающих. В этой работе (2016 года) мы применили описанный принцип – белковую топографию – для дизайна мутантной формы конотоксина PnIA, которая обладает самым высоким на сегодняшний день сродством к ацетилхолиновому рецептору никотинового типа ($\alpha 7$ -nAChR). Основой для этого дизайна стал массив экспериментально полученных данных по активности различных конотоксинов по отношению

к α 7-НАХР, наработанный в Отделе молекулярных основ нейросигнализации. В этом же отделе проведено исчерпывающее функциональное тестирование предложенных аналогов PnIA, что вместе с применением компьютерного моделирования стало предпосылкой для успешного дизайна новых пептидов (д.х.н. И. Е. Кашеверов, к.ф.-м.н. А. О. Чугунов, к.х.н. И. В. Шелухина, к.х.н. Н. М. Жмак, д.ф.-м.н. Р. Г. Ефремов, чл.-к. В. И. Цетлин).

Направление 62. Биотехнология

Разработаны и усовершенствованы новые амфифильные полимерсодержащие композиционные материалы для биосепарации и биоанализа. Разработаны способы получения стабильных полимерных нанопокровов для проведения ПЦР-диагностики различных патогенов человека. Разработаны способы модификации апконвертирующих нанофлуорофоров с использованием амфифильных полимеров путем введения в частицы полиакролеиновых дисперсий и на их основе созданы таргетные наноконструкции для мечения онкомаркера HER2/neu. Уникальные оптические свойства НАФ (наночастиц с антистоксовой фотолюминесценцией, неорганической матрицей NaYF_4 , легированной ионами редкоземельных металлов) легли в основу создания наноконструкций с рибофлавином, способных генерировать активные формы кислорода под действием света при 975 нм, что обеспечило их глубокое проникновение в ткани с минимальным поглощением и рассеянием света и позволило использовать эти наноконструкции для фотодинамической терапии опухолей (к.х.н. А. Н. Генералова, к.б.н. А. В. Звягин, д.х.н. В. П. Zubov, чл.-к. С. М. Деев).

Основные публикации

Acharya A., Bogdanov A. M., Grigorenko B. L., Bravaya K. B., Nemukhin A. V., Lukyanov K. A., Krylov A. I. Photoinduced Chemistry in Fluorescent Proteins: Curse or Blessing? // CHEM. REV. 2016. Oct 18. [Epub ahead of print]. IF = 37.369

Aseev L. V., Koledinskaya L. S., Boni I. V. Regulation of ribosomal protein operons rplM-rpsI, rpmB-rpmG, rplU-rpmA at the transcriptional and translational levels. // J. BACTERIOL 2016. V. 198 (18). P. 2494–2502. (IF 3, 198)

Bogdanov A. M., Acharya A., Titelmayer A. V., Mamontova A. V., Bravaya K. B., Kolomeisky A. B., Lukyanov K. A., Krylov A. I. Turning On and Off Photoinduced Electron Transfer in Fluorescent Proteins by π -Stacking, Halide Binding, and Tyr145 Mutations // J. AM. CHEM. SOC. 2016. V. 138. P. 4807–4817. IF = 13.038

Eroshkin F. M., Nesterenko A. M., Borodulin A. V., Martynova N. Y., Ermakova G. V., Gyoeva F. K., Orlov E. E., Belogurov A. A., Lukyanov K. A., Bayramov A. V., Zaraisky A. G. Noggin4 is a long-range inhibitor of Wnt8 signalling that regulates head development in *Xenopus laevis* // SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6:23049.

Generalova A. N., I. K. Kochneva, E. V. Khaydukov, V. A. Semchishen, A. E. Guller, A. V. Nechaev, A. B. Shekhter, V. P. Zubov, A. V. Zvyagin and S. M. Deyev, Submicron polyacrolein particles in situ embedded with upconversion nanoparticles for bioassay // NANOSCALE, 2015. V. 7. P. 1709–1717. IF 7.76

Gainetdinov I. V., Kapitskaya K. Y., Rykova E. Y., Ponomaryova A. A., Cherdyntseva N. V., Vlassov V. V., Laktionov P. P. and Azhikina T. L. Hypomethylation of human-specific family of LINE-1 retrotransposons in circulating DNA of lung cancer patients // LUNG CANCER. 2016. V. 99. P. 127–130.

Kasheverov I. E., Chugunov A. O., Kudryavtsev D. S., Ivanov I. A., Zhmak M. N., Shelukhina I. V., Spirova E. N., Tabakmakher V. M., Zelepuga E. A., Efremov R. G., Tsetlin V. I. High-Affinity α -Conotoxin PnIA Analogs Designed on the Basis of the Protein Surface Topography Method. // SCI.REP. 2016, V. 6. P. 36848 doi: 10.1038/srep36848

Kaskova Z. M.; Tsarkova A. S.; Yampolsky I. V. 1001 lights: luciferins, luciferases, their mechanisms of action and applications in chemical analysis, biology and medicine // CHEM. SOC. REV. 2016, V. 45. P. 6048–6077

Khaydukov E. V., Mironova K. E., Semchishen V. A., Generalova A. N., Nechaeva V., Khochenkov D. A., Stepanova E. V., Lebedev O. I., Zvyagin A. V., Deyev S. M., Panchenko V. Ya. Riboflavin photoactivation by upconversion nanoparticles for cancer treatment // SCIENTIFIC REPORTS 2016. V. 6. P. 35103. IF 5.5

Plitas G., Konopacki C., Wu K., Bos P. D., Morrow M., Putintseva E. V., Chudakov D. M., Rudensky A. Y. Regulatory T Cells Exhibit Distinct Features in Human Breast Cancer // IMMUNITY. 2016. V. 45 (5). P. 1122–1134. doi: 10.1016/j.immuni.2016.10.032. ИФ 24.082

Sarkisyan K. S., Bolotin D. A., Meer M. V., Usmanova D. R., Mishin A. S., Sharonov G. V., Ivankov D. N., Bozhanova N. G., Baranov M. S., Soylemez O., Bogatyreva N. S., Vlasov P. K., Egorov E. S., Logacheva M. D., Kondrashov A. S., Chudakov D. M., Putintseva E. V., Mamedov I. Z., Tawfik D. S., Lukyanov K. A., Kondrashov F. A. Local fitness landscape of the green fluorescent protein // NATURE. 2016. V. 533. P. 397–401. IF = 38.138

Sarkisyan K. S., Bolotin D. A., Meer M. V., Usmanova D. R., Mishin A. S., Sharonov G. V., Ivankov D. N., Bozhanova N. G., Baranov M. S., Soylemez O., Bogatyreva N. S., Vlasov P. K., Egorov E. S., Logacheva M. D., Kondrashov A. S., Chudakov D. M., Putintseva E. V., Mamedov I. Z., Tawfik D. S., Lukyanov K. A., Kondrashov F. A. Local fitness landscape of the green fluorescent protein // NATURE. 2016. V. 533 (7603). P. 397–401. doi: 10.1038/nature17995. ИФ 41.458

Shipunova V. O., Nikitin M. P., Nikitin P. I., Deyev S. M. MPQ-cytometry: a magnetism-based method for quantification of nanoparticle-cell interactions. // NANOSCALE. 2016. V. 8 (25). P. 12764–12772. IF 7.76

Sokolova E., Proshkina G., Kutova O., Shilova O., Ryabova A., Schulga A., Stremovskiy O., Zdobnova T., Balalaeva I., Deyev S. Recombinant targeted toxin based on HER2-specific DARPIn possesses a strong selective cytotoxic effect in vitro and a potent antitumor activity in vivo // J. Controlled Release. 2016. V. 233. P. 48–56. IF 7.705

Turchaninova M. A., Davydov A., Britanova O. V., Shugay M., Bikos V., Egorov E. S., Kirgizova V. I., Merzlyak E. M., Staroverov D. B., Bolotin D. A., Mamedov I. Z., Izraelson M., Logacheva M. D., Kladova O., Plevova K., Pospisilova S., Chudakov D. M. High-quality full-length immunoglobulin profiling with unique molecular barcoding // NAT. PROTOC. 2016. V. 11 (9). P. 1599–1616. (ИФ=9.7).

Tsarkova; A. S.; Kaskova, Z. M.; Yampolsky, I. V. // BVG A Tale Of Two Luciferins: Fungal and Earthworm New Bioluminescent Systems // ACC. CHEM. RES. 2016, V. 49 (11). P. 2372–2380 (ИФ=22.003).

Опубликовано: 362 статьи, из них 166 на русском языке в российских журналах и 196 на иностранных языках в зарубежных журналах, 3 монографии, 7 глав в зарубежных монографиях, 7 статей в сборниках материалов российских конференций и 2 статьи в сборниках материалов зарубежных конференций.

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**
Директор – член-корреспондент РАН В. О. Попов

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ им. А. Н. БАХА РАН
Директор – член-корреспондент РАН В. О. Попов
**ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ
им. С. Н. ВИНОГРАДСКОГО РАН**
Директор – член-корреспондент РАН В. Ф. Гальченко
ЦЕНТР «БИОИНЖЕНЕРИЯ» РАН
Директор – академик РАН К. Г. Скрябин

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Впервые показан процесс анаэробного окисления закисного железа, входящего в состав биотита и глауконита, за счет восстановления карбонатов, сопровождающийся образованием ацетата алкалофильной диссимиляторной железоредуцирующей бактерией *Geoalkalibacter ferrihydriticus*. Открытие этого процесса имеет большое экофизиологическое значение, поскольку микроорганизмы с подобным типом питания могут осуществлять анаэробное окисление железа, не будучи лимитированы по субстрату, одновременно являясь продуцентами органического вещества – ацетата (к.б.н. Д. Г. Заварзина).

Обнаружен новый тип гипермодификации оснований ДНК у бактериофагов. Показано, что бактериофаг 9g, инфицирующий *Escherichia coli*, замещает до 25% всех остатков гуанина на археозин (G⁺) – необычное основание, ранее обнаруженное только в некоторых тРНК архей. Синтез археозина полностью кодируется геномом бактериофага. Несмотря на то, что модификации подвергается только часть нуклеотидов, ДНК фага 9g практически полностью устойчива к действию подавляющего большинства эндонуклеаз рестрикции, что позволяет предположить, что включение значительных количеств археозина изменяет топологию молекулы (д.б.н. А. В. Летапов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Разработан оригинальный метод синтеза соединения, являющегося уникальным препаратом, селективно воздействующим на тирозингидроксилазу

голубого тела мозга и направленным на лечение заболеваний, связанных с когнитивной деятельностью мозга, таких как старческая деменция, депрессия, аутизм и др. Разработанный метод синтеза этого соединения позволяет получать препарат в количествах, обеспечивающих его доступность для проведения клинических испытаний. Дальнейшие исследования и разработка нового поколения его производных будут осуществляться на основе контракта с крупнейшей российской фармацевтической компанией – ПАО «Фармстандарт» (д.фарм.н. В. А. Макаров).

Разработан принципиально новый способ получения в бактериальной системе экспрессии физиологически значимого белка StAR (Steroidogenic Acute Regulatory protein), регулирующего синтез стероидных гормонов. Получаемый белок полностью растворим, обладает вторичной структурой, соответствующей ожидаемой, способен связывать флуоресцентные аналоги холестерина, что легко отслеживается с помощью спектральных методов, и может быть в дальнейшем использован для выявления новых лигандов StAR (к.б.н. Н. Н. Случанко).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Получены полные геномы 9 современных и двух древних образцов якутских лошадей (с начала XIX века и ~ 5 200 лет назад). Сравнение этих геномов с геномами лошадей позднего плейстоцена, одомашненных и диких лошадей Пржевальского показало, что современные якутские лошади не являются потомками лошадей, населявших регион до середины голоцена. Скорее всего, они оказались так вследствие миграции якутов несколько веков назад. Это означает, что якутские лошади адаптировались к экстремальным холодам Арктики за сравнительно короткий период времени. Обнаружено, что ключевыми в адаптации лошадей были *cis*-регуляторные мутации, а не мутации кодирующей части генома (д.б.н. Е. Б. Прохорчук).

Методами метагеномики охарактеризовано микробное сообщество термальных вод Западной Сибири на глубине 2,5 км. Подобные подземные экосистемы изолированы от поверхностной биосферы на протяжении десятков-сотен миллионов лет и могут содержать ранее неизвестные науке микроорганизмы. В результате анализа метагенома определен композитный геном некультивируемой бактерии кандидатного филума OP8, имеющий размер 2,7 млн нт. Анализ генома указывает на ферментативный характер метаболизма этих бактерий, основанный на использовании различных полисахаридов, и отсутствие у них систем аэробного и анаэробного дыхания. Роль бактерий OP8 в сообществе может состоять в деградации полисахаридов с образованием низкомолекулярных продуктов – субстратов для сульфат-редуцирующих бактерий (д.б.н. Н. В. Равин).

Впервые определены и охарактеризованы полные нуклеотидные последовательности генов холодового шока (CSP1 и CSP2) у культивируемых и дикорастущих видов томата (*Solanum peruvianum* var. *humifusum* и *Solanum hirsutum*) и картофеля (*Solanum stoloniferum* и *Solanum chacoense*). Проведен структурно-функциональный анализ продуктов этих генов, определены последовательности домена холодового шока и цинковых пальцев. Показа-

но, что предполагаемые белки CSP1 и CSP2 отличаются размером домена и числом цинковых пальцев (д.б.н. Е. З. Кочиева).

Направление 62. Биотехнология

Азот органического происхождения (основная форма – аммоний) является одним из основных загрязнителей сточных вод. Совместно с АО «Мосводоканал» – крупнейшей в РФ водной компанией, обслуживающей очистные сооружения Москвы, – впервые в России разработана и готовится к внедрению на Люберецких очистных сооружениях г. Москвы инновационная импортозамещающая энергоэффективная и ресурсосберегающая технология очистки сточных вод от аммония, основанная на использовании выявленных и отселектированных новых анаммокс-бактерий *Candidatus «Jettenia moscovienalis»* и *Ca. «Brocadia» spp.* Собственный технологический процесс, основанный на оригинальных консорциумах анаммокс-бактерий, выделенных из очистных сооружений России, будет патентно чистым и позволит избежать расходов, связанных с использованием дорогостоящих зарубежных технологий (д.б.н. Н. В. Пименов).

Разработаны новые экспрессные методы определения микотоксинов в пищевых продуктах, позволяющие в 10–100 раз повысить чувствительность определения (до 30 пг/мл) этих опасных для здоровья человека токсикантов при значительном сокращении стоимости анализа. При времени анализа 10 минут и простоте использования тесты перспективны для внелабораторного определения микотоксинов в продуктах питания и кормах для животных (д.х.н. Б. Б. Дзантиев).

Основные публикации

Taylor, Nicholas M. I.; Prokhorov, Nikolai S.; Guerrero-Ferreira, Ricardo C.; Shneider, Mikhail M.; Browning, Christopher; Goldie, Kenneth N.; Stahlberg, Henning; Leiman, Petr G. Structure of the T4 baseplate and its function in triggering sheath contraction // NATURE. 2016. V. 533. N 7603. P. 346–352, doi 10.1038/nature17971.

Daelman, Matthijs R. J.; Sorokin, Dimitry; Kruse, Olaf; van Loosdrecht, Mark C. M.; Strous, Marc Haloalkaline Bioconversions for Methane Production from Microalgae Grown on Sunlight // TRENDS IN BIOTECHNOLOGY. 2016, V. 34. N 6. P. 450–457, doi 10.1016/j.tibtech.2016.02.008.

Thiaville, Jennifer J.; Kellner, Stefanie M.; Yuan, Yifeng; Hutinet, Geoffrey; Thiaville, Patrick C.; Jumpathong, Watthanachai; Mohapatra, Susovan; Brochier-Armanet, Celine; Letarov, Andrey V.; Hillebrand, Roman; Malik, Chanchal K.; Rizzo, Carmelo J.; Dedon, Peter C.; de Crecy-Lagard, Valerie Novel genomic island modifies DNA with 7-deazaguanine derivatives // PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA. 2016. V. 113. N 11. P. E1452–E1459, doi 10.1073/pnas.1518570113.

Danilova O. V., Suzina N. E., Van De Kamp J., Svenning M. M., Bodrossy L., Dedysch S. N. A new cell morphotype among methane oxidizers: a spiral-shaped obligately microaerophilic methanotroph from northern low-oxygen environments // ISME JOURNAL. 2016. V. 10. N 11. P. 2734–2743, doi 10.1038/ismej.2016.48.

Sorokin D. Y., Kublanov I. V., Gavrilov S. N., Rojo D., Roman P., Golyshin P. N., Slepak V. Z., Smedile F., Ferrer M., Messina E., La Cono V., Yakimov M. M. Elemental sulfur and acetate can support life of a novel strictly anaerobic haloarchaeon // ISME JOURNAL. 2016. V. 10. N 1. P. 240–252, doi 10.1038/ismej.2015.79.

Kulakovskiy I. V., Vorontsov I. E., Yevshin I. S., Soboleva A. V., Kasianov A. S., Ashoor H., Ba-alawi W., Bajic V. B., Medvedeva Y. A., Kolpakov F. A., Makeev V. HOCOMOCO: expansion and enhancement of the collection of transcription factor binding sites models // NUCLEIC ACIDS RESEARCH. 2016. V. 44. N D1. P. D116–D125, doi 10.1093/nar/gkv1249.

Urusov A. E., Petrakova A. V., Zherdev A. V., Dzantiev B. B. Multistage in one touch design with a universal labelling conjugate for high-sensitive lateral flow immunoassays // BIOSENSORS & BIOELECTRONICS. 2016. V. 86. P. 575–579, doi 10.1016/j.bios.2016.07.027.

Ivanova A. A., Wegner C., Kim Y., Liesack W., Dedysh S. N. Identification of microbial populations driving biopolymer degradation in acidic peatlands by metatranscriptomic analysis // MOLECULAR ECOLOGY. 2016. V. 25. N 19. P. 4818–4835, doi 10.1111/mec.13806.

Sorokin D. Y., Abbas B., Geleijnse M., Kolganova T. V., Kleerebezem R., van Loosdrecht M. Syntrophic associations from hypersaline soda lakes converting organic acids and alcohols to methane at extremely haloalkaline conditions // ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY. 2016, V. 18, N 9, p. 3189–3202, doi 10.1111/1462-2920.13448.

Beloborodov S. S., Panferov V. G., Safenkova I. V., Krylova S. M., Dzantiev B. B., Krylov S. N. Unexpected Electrophoretic Behavior of Complexes between Rod-like Virions and Bivalent Antibodies. ANALYTICAL CHEMISTRY. 2016. V. 88. N 23. P. 11908–11912, doi 10.1021/acs.analchem.6b03779.

Rastorguev S. M., Nedoluzhko A. V., Sharko F. S., Boulygina E. S., Sokolov A. S., Gruzdeva N. M., Skryabin K. G., Prokhortchouk E. B. Identification of novel microRNA genes in freshwater and marine ecotypes of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) // MOLECULAR ECOLOGY RESOURCES. 2016. V. 16. N 6. P. 1491–1498, doi 10.1111/1755-0998.12545.

Morozova I., Flegontov P., Mikheyev A. S., Bruskin S., Asgharian H., Ponomarenko P., Klyuchnikov V., Arun K., Ganesh P., Prokhortchouk E., Gankin Y., Rogaev E., Nikolsky Y., Baranova A., Elhaik E., Tatarinova T. V. Toward high-resolution population genomics using archaeological samples. DNA RESEARCH. 2016. V. 23. N 4. P. 295–310, doi 10.1093/dnares/dsw029.

Boyko K. M., Rakitina T. V., Korzhenevskiy D. A., Vlaskina A. V., Agapova Y. K., Kamashev D. E., Kleymenov S. Y., Popov V. O. Structural basis of the high thermal stability of the histonelike HU protein from the mollicute *Spiroplasma melliferum* KC3. SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6. 36366, doi 10.1038/srep36366.

Golyshina O. V., Kublanov I. V., Hai T., Korzhenkov A. A., Luensdorf H., Nechitaylo T. Y., Gavrilov S. N., Toshchakov S. V., Golyshin P. N. Biology of archaea from a novel family Cuniculiplasmataceae (Thermoplasmata) ubiquitous in hyperacidic environments. SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6, 39034, doi 10.1038/srep39034.

Scoffone V. C., Chiarelli L. R., Makarov V., Brackman G., Israyilova A., Az-zalin A., Forneris F., Riabova O., Savina S., Coenye T. Riccardi G., Buroni S. Discovery of new diketopiperazines inhibiting Burkholderia cenocepacia quorum sensing in vitro and in vivo // SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6. 32487, doi 10.1038/srep32487.

Roman P., Klok J. B., Sousa J. A. B., Broman E., Dopson M., Van Zessen E., Bijmans M. F. M., Sorokin D. Y., Janssen A. J. H. Selection and Application of Sulfide Oxidizing Microorganisms Able to Withstand Thiols in Gas Biodesulfurization Systems // ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY. 2016. V. 50. N 23. P. 12808–12815, doi 10.1021/acs.est.6b04222.

Grienke U.; Richter M.; Walther E.; Hoffmann A.; Kirchmair J.; Makarov V.; Nietzsche S.; Schmidtke M.; Rollinger J. M. Discovery of prenylated flavonoids with dual activity against influenza virus and Streptococcus pneumonia // SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6. 27156, doi 10.1038/srep27156.

Zarafeta D., Moschidi D., Ladoukakis E., Gavrilov S., Chrysina E. D., Chatziioannou A., Kublanov I., Skretas G., Kolisis F. N. Metagenomic mining for thermostable esterolytic enzymes uncovers a new family of bacterial esterases // SCIENTIFIC REPORTS. 2016. V. 6. 38886, doi 10.1038/srep38886.

Ehrlich H., Maldonado M., Parker A. R., Kulchin Y. N., Schilling J., Koehler B., Skrzypczak U., Simon P., Reiswig H. M., Tsurkan M. V., Brunner E., Voznesenskiy S. S., Bezverbnov A. V., Golik S. S., Nagorny I. G., Vyalikh D. V., Makarova A. A., Molodtsov S. L., Kummer K., Mertig M., Erler C., Kurek D. V., Bazhenov V. V., Natalio F., Kovalev Alexander E., Gorb S. N., Stelling A. L., Heitmann J., Born R., Meyer D. C., Tabachnick K. R. Supercontinuum Generation in Naturally Occurring Glass Sponges Spicules // ADVANCED OPTICAL MATERIALS. 2016, V. 4. N 10. P. 1608–1613, doi 10.1002/adom.201600454.

Опубликовано: всего 336 статей, из них 154 на русском языке в российских журналах и 182 на иностранных языках в зарубежных журналах, 19 глав в книгах (из них 18 – на иностранном языке), 5 книг на русском языке (4 монографии и 1 учебное пособие), 3 сборника на русском языке, подготовлено 5 ГОСТов, получено 11 патентов, сделано 398 сообщений на международных и отечественных конференциях и симпозиумах (из них 187 – на иностранном языке).

ИНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

им. В. А. ЭНГЕЛЬГАРДТА РАН

Директор – академик РАН А. А. Макаров

Направление 52. Биологическое разнообразие

Предложен пересмотр таксономии секции *Adenolinum* рода *Linum* на основе геномных данных секвенирования. Получен комплекс молекулярно-цитогенетических маркеров для идентификации хромосом At и G геномов полиплоидных видов пшениц секции *Timopheevii*. Исследована локализация специфичных геномных маркеров на хромосомах дикорастущего вида

пшеницы *T. araraticum* в сравнении с культурными формами *T. timopheevii* и *T. zhukovskyi*. Обнаружены значительная внутривидовая изменчивость распределения маркеров на хромосомах дикого вида и консерватизм рисунков мечения на хромосомах культурных пшениц (д.б.н. О. В. Муравенко).

Направление 53. Общая генетика

Установлено, что морфологически различимые формы секции *Adenolinum*, определяемые систематиками как отдельные виды, являются генетически близкими и представляют собой подвиды и/или географические расы. Впервые получены данные, свидетельствующие об аллополиплоидном происхождении генома культурного льна *L. usitatissimum* от предковых диплоидных форм современного диплоидного вида *L. grandiflorum* и тетраплоидного *L. narbonense* (д.б.н. О. В. Муравенко).

При выращивании в условиях дефицита неорганического фосфата выявлено значимое изменение экспрессии микроРНК миР399 и ее мишени – гена, кодирующего убиквитин-конъюгирующий фермент, при воздействии изучаемого стресса у растений льна сортов Тост, Антей и Синичка (к.б.н. А. В. Кудрявцева).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Установлено, что детерминантой цитотоксического действия изоформ бета-амилоида (A β), содержащих изомеризованный остаток Asp7 (isoD7), является уровень NO, падение которого коррелирует с ростом токсического эффекта. Определено, что мишенью действия амилоидных пептидов в клетке является R-трансфераза. Показано, что наличие наследственных мутаций усиливает ингибирующее действие A β на путь «N-концевого правила», что может быть причиной более высокой нейротоксичности таких изоформ.

Обнаружено, что каталитическая субъединица Na/K-АТФазы обладает базальным глутатионилированием, которое может быть снято восстановителями только с денатурированного белка. Причиной ингибирования Na/K-АТФазы при длительной инкубации клеток с бета-амилоидом является изменение тиолового редокс-статуса клеток, приводящее к индукции глутатионилирования α -субъединицы Na/K-АТФазы.

Показано, что 17(20)E-прегна-5,17(20)-диен-21-(2-гидроксиэтил)-оиламид способствует формированию больших по объему доменных образований, чем холестерин, что может быть основой создания новых методов терапии болезни Альцгеймера (ак. А. А. Макаров).

Показано, что введение молекулярных шаперонов из семейства белков теплового шока мышам, моделирующим свойства болезни Альцгеймера, приводит к снижению уровня амилоидогенных пептидов и уменьшению числа бляшек, что положительно сказывается на морфологии и функционировании нейронов в коре и областях гиппокампа. Установлено, что при инъекциях молекулярных шаперонов изменяется уровень экспрессии более 400 генов, продукты которых вовлечены в процессы передачи нервного импульса, транспорт нейромедиаторов и организации нервных синапсов (д.б.н. М. Б. Евгеньев).

Показано, что структура Холлидея является промежуточной формой при локальном АТФ-зависимом раскручивании линейной формы ДНК хеликазой UL9 в начале репликации вируса герпеса. Созданы представительные выборки, содержащие последовательности фрагментов ДНК, полученных методами гидродинамического разрыва. Рассчитаны статистически значимые частоты встречаемости различных динуклеотидов и тетрануклеотидов в позициях разрывов, согласующиеся с данными, полученными при расщеплении ДНК ультразвуком (*чл-к. Г. В. Гурский*).

Синтезированы прототипы противовирусных соединений, установлены механизмы их действия. Оценена роль полиаминов в репродукции вируса гепатита С (ВГС) в системах субгеномного и полноразмерного репликонов. Показано, что понижение концентрации полиаминов приводило к увеличению титра РНК вируса в клетках, в то время как увеличение содержания спермина и спермидина ингибировало репликацию ВГС. Созданы наночастицы на основе сополимера метоксиэтиленгликоля и полилизина с включением метиленибифосфонатов, способные подавлять активность обратной транскриптазы ВИЧ-1 и репликацию вируса в инфицированных клетках (*чл-к. С. Н. Кочетков*).

Получены моноклональные антитела А11 и С5 к белкам-антигенам плоскоклеточной карциномы – серпинам В3 (SCCA1) и В4 (SCCA2), соответственно, позволяющие определять концентрации серпинов в образцах с высокими пределами детекции. Выполнен синтез трех новых флуоресцентно-меченых производных трифосфатов дезоксиуридина, флуоресцирующих в области 640–690 нм. Разработан биочип для определения 39 клинически значимых соматических мутаций в генах BRAF, NRAS, KIT, GNAQ, GNA11, MAP2K1 and MAP2K2 у пациентов с меланомой (*д.ф.-м.н. А. С. Заседателев*).

Выявлены механизмы формирования устойчивости возбудителя туберкулеза к препаратам семейств диарилхинолонов и оксазолидинонов (*к.б.н. Д. А. Грядунов*).

Установлены новые механизмы возникновения, развития и формирования специфического метаболизма злокачественных эпителиальных опухолей. Обнаружено значительное снижение экспрессии более 30 генов при раке легкого, молочной железы, толстой кишки, предстательной железы, шейки матки, почки и яичников. Показано, что ключевым механизмом инактивации большинства идентифицированных генов является гиперметилирование промоторных областей; обнаружены также инактивирующие делеции ДНК и микроРНК, повышение экспрессии которых приводит к снижению уровня мРНК целевых генов в злокачественных опухолях (*к.б.н. А. В. Кудрявцева, д.б.н. Л. Ю. Фролова*).

Предложены новые сшивающие реагенты для получения на основе хитозана биосовместимых и нетоксичных материалов, а также новые сорбционно-активные материалы, представляющие собой 2,4-производные 3-оксаглутарового альдегида (2,2'-оксиацетальдегида) и изучен их механизм действия (*д.х.н. С. Н. Михайлов*).

Изучены каталитические свойства метионин-гамма-лиазы (МГЛ), позволяющие использовать фермент как противоопухолевый препарат. Показана активность МГЛ против некоторых грамположительных и грамотрицательных бактерий (*д.х.н. Т. В. Демидкина*).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Установлена локализация горячих точек двухцепочечных разрывов ДНК – «Плеяд» – в кластерах генов рДНК человека. Предложена гипотеза, согласно которой «Плеяды» являются местами «загрузки» сложных преобразованных тороидных регуляторных РНК-белковых комплексов, для которых необходимы двухцепочечные разрывы ДНК, обеспечивающие регуляцию транскрипции генов данных областей (д.б.н. Н. А. Чуриков).

Сверхэкспрессия изоформ транскрипционного фактора Oct-1 регулирует ответ клеток на дексаметазон и камптотecin. Впервые идентифицированы в клетках человека белковые изоформы Oct-1: Oct-1A, Oct-1L и Oct-1X, контролирующие транскрипцию перекрывающихся групп генов и активирующие пролиферацию в клетках, одновременно подавляя апоптоз (чл.-к. С. Г. Георгиева).

Обнаружено, что гомологи Rpn4 из *D. hansenii* и *C. glabrata* функционально комплементируют делецию гена *RPN4* в *S. cerevisiae*, восстанавливая уровень экспрессии протеасомных генов и устойчивость к различным видам стресса у мутантного штамма *S. cerevisiae* (чл.-к. В. Л. Карнов).

Показано, что клетки аденокарциномы поджелудочной железы VxPC3 содержат мембранные рецепторы трех типов при отсутствии в них ядерного рецептора прогестерона. При обработке клеток VxPC3 прогестероном повышаются уровни мРНК маркеров пролиферации Ki67, PCNA и циклина D1, снижаются уровни мРНК ингибиторов циклин-зависимых киназ p21 и p27 и подавляется пролиферация клеток (д.б.н. П. М. Рубцов).

Разработана экспериментальная модель для изучения механизмов перестройки иммунного ответа при вирусно-бактериальных инфекциях. Исследовано влияние белка Nef на метаболизм холестерина в Nef-трансгенных мышцах. Установлено отсутствие протективного действия TNF, продуцируемого Т-клетками в аутоиммунном процессе, индуцированном антителами к коллагену (ак. С. А. Недоспасов).

Описан молекулярный механизм регуляции трансляции ассоциированного с формированием долговременной памяти белка PKMz. Показана активация белком ядерной поры человека Gle1 распознавания стоп-кодонов и гидролиза пептидил-тРНК фактором eRF1. Изучена роль фактора eIF3 и его субъединиц в распознавании 3'-контекста стоп-кодонов эукариот (к.б.н. Е. З. Алкалаева).

Определена пространственная локализация контактов ключевых компонентов терминационных комплексов eRF1, тРНК и мРНК в моделях, составляющих различные ступени терминации трансляции белкового синтеза эукариот (д.б.н. Л. Ю. Фролова).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Показано, что контролируемая формальдегидная фиксация подслоев фибронектина, витронектина и коллагена IV стимулирует пролиферацию мезенхимальных стволовых клеток этими белками, что может быть использовано для более эффективного применения белков внеклеточного матрикса в клеточной биологии (д.б.н. А. В. Белявский).

Завершены и опубликованы исследования механизмов транскрипционной регуляции генов CXCR5 при аутоиммунном воспалении и SLAMF1/CD150 в В-лимфобластоидных линиях клеток (чл.-к. Д. В. Кунраш).

Установлено, что рибонуклеаза из *Bacillus pumilus* (биназа) снижает уровень восстановленного глутатиона и, соответственно, увеличивает уровень окисленного глутатиона в клетках острого миелогенного лейкоза Касуми-1. Токсический эффект биназы на клетки ретинобластомы связан с увеличением уровней опухолевых супрессоров p53 за счет снижения уровня онкобелков E6 и E7, остановкой клеточного цикла в S/G2 фазе и индукцией апоптоза по митохондриальному пути (ак. А. А. Макаров).

Создана модельная клеточная система для исследования молекулярных механизмов активации экспрессии рецепторной тирозинкиназы С-KIT в злокачественных клетках. Разработана система адресной доставки токсических генов в нейральные злокачественные клетки на основе лентивирусных векторных частиц (д.б.н. В. С. Прасолов).

Установлена способность вируса везикулярного стоматита размножаться в присутствии интерферона бета на пяти линиях клеток опухолей молочной железы и шести линиях клеток рака простаты, полученных от пациентов (д.б.н. П. М. Чумаков).

Испытания на животных прототипа препарата на основе модифицированного антигена вируса бешенства показали, что данный препарат способен вызвать образование антител у иммунизированных мышей. Показано, что комплексная ДНК-вакцина замедляет развитие гепатоцеллюлярной карциномы у опытных животных (д.б.н. В. Л. Карпов).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Созданы базы данных моделей связывания транскрипционных сайтов HOCOMOCO по специальным «архитектурным» белкам, поддерживающим специфические дальнедействующие взаимодействия в *Drosophila*. В рамках международного проекта DREAM-ENCODE выполнены функциональная аннотация однонуклеотидных вариантов и полногеномный анализ сайтов связывания факторов транскрипции (д.ф.-м.н. В. Г. Туманян).

Направление 62. Биотехнологии

Созданы наноконструкции в виде жидкокристаллических дисперсий ДНК, используемых в качестве биодатчиков для обнаружения биологически активных соединений (чл.-к. С. Н. Кочетков).

Основные публикации

Atrekhany K.-S. N., Drutskaya M. S., Nedospasov S. A., Grivennikov S. I., Kunprash D. V. Chemokines, cytokines and exosomes help tumors to shape inflammatory microenvironment // *Pharmacology & Therapeutics*. 2016. V. 168. P. 98–112.

Beniaminov A. D., Novikov R. A., Mamaeva O. K., Mitkevich V. A., Smirnov I. P., Livshits M. A., Shchyolkina A. K., Kaluzhny D. N. Light-induced oxidation of the telomeric G4 DNA in complex with Zn(II) tetracarboxymethyl porphyrin // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (21). P. 10031–10041.

Brault C., Lévy P., Duponchel S., Michelet M., Sallé A., Pécheur E.-I., Plissonnier M.-L., Parent, R., Véricel E., Ivanov A. V., Demir M., Steffen H.-M., Odenthal M., Zoulim F., Bartosch B. Glutathione peroxidase 4 is reversibly induced by HCV to control lipid peroxidation and to increase virion infectivity // *Gut*. 2016. V.65 (1). P. 144–154.

Efimov G. A., Kruglov A. A., Khlopchatnikova Z. V., Rozov F. N., Mokhonov V. V., Rose-John S., Scheller J., Gordon S., Stacey M., Drutskaya M. S., Tillib S. V., Nedospasov S. A. Cell-type-restricted anti-cytokine therapy: TNF inhibition from one pathogenic source // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2016. V. 113 (11). P. 3006–3011.

Ivanov A., Mikhailova T., Eliseev B., Yeramala L., Sokolova E., Susorov D., Shuvalov A., Schaffitzel C., Alkalaeva E. PABP enhances release factor recruitment and stop codon recognition during translation termination // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (16). P. 7766–7776.

Kamarthapu V., Epshtein V., Benjamin B., Proshkin S., Mironov A., Cashel M., Nudler E. ppGpp couples transcription to DNA repair in *E. Coli* // *Science*. 2016. V. 352. N 6288. P. 993–996.

Kudryavtseva A. V., Lipatova A. V., Zaretsky A. R., Moskalev A. A., Fedorova M. S., Rasskazova A. S., Shibukhova G. A., Snezhkina A. V., Kaprin A. D., Alekseev B. Y., Dmitriev A. A., Krasnov G. S. Important molecular genetic markers of colorectal cancer // *Oncotarget*. 2016. V. 7(33). P. 53959–53983.

Kulakovskiy I. V., Vorontsov I. E., Yevshin I. S., Soboleva A. V., Kasianov A. S., Ashoor H., Ba-alawi W., Bajic V. B., Medvedeva Y. A., Kolpakov F. A., Makeev V. J. HOCOMOCO: expansion and enhancement of the collection of transcription factor binding sites models // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (D1). P. D116–D125.

Leporati A., Novikov M. S., Valuev-Elliston V. T., Korolev S. P., Khandazhinskaya A. L., Kochetkov S. N., Gupta S., Goding J., Bolotin E., Gottikh M. B., Bogdanov A. A. Hydrophobic-core PEGylated graft copolymer-stabilized nanoparticles composed of insoluble non-nucleoside reverse transcriptase inhibitors exhibit strong anti-HIV activity // *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*. 2016. V. 12 (8). P. 2405–2413.

Moskalev A., Zhikrivetskaya S., Shaposhnikov M., Dobrovolskaya E., Gurinovich R., Kuryan O., Pashuk A., Jellen L. C., Aliper A., Peregudov A., Zhavoronkov A. Aging Chart: a community resource for rapid exploratory pathway analysis of age-related processes // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (D1). P. D894–D899.

Pankratova E. V., Stepchenko A. G., Portseva T., Mogila V. A., Georgieva S. G. Different N-terminal isoforms of Oct-1 control expression of distinct sets of genes and their high levels in Namalwa Burkitt's lymphoma cells affect a wide range of cellular processes // *Nucleic Acids Research*. 2016. V. 44 (19). P. 9218–9230.

Sauve M., Hui S. K., Dinh D. D., Foltz W. D., Momen A., Nedospasov S. A., Offermanns S., Husain M., Kroetsch J. T., Lidington D., Bolz S. S. Tumor Necrosis Factor/Sphingosine-1-Phosphate Signaling Augments Resistance Artery Myogenic Tone in Diabetes // *Diabetes*. 2016. V. 65 (7). P. 1916–1928.

Zhang J., Rudemiller N. P., Patel M. B., Wei Q. Q., Karlovich N. S., Jeffs A. D., Wu M., Sparks M. A., Privratsky J. R., Herrera M., Gurley S. B., Nedospasov S. A.,

Crowley S. D. Competing Actions of Type 1 Angiotensin II Receptors Expressed on T Lymphocytes and Kidney Epithelium during Cisplatin-Induced AKI // Journal of the American Society of Nephrology. 2016. V. 27 (8). P. 2257–2264.

Zolotarev N., Fedotova A., Kyrchanova O., Bonchuk A., Penin A. A., Lando A. S., Eliseeva I. A., Kulakovskiy I. V., Maksimenko O., Georgiev P. Architectural proteins Pita, Zw5, and ZIPIC contain homodimerization domain and support specific long-range interactions in Drosophila // Nucleic Acids Research. 2016. V. 44 (15). P. 7228–7241.

Опубликовано: всего 241 статья, из них 99 на русском языке в российских журналах и 142 на иностранных языках в зарубежных журналах, 4 монографии на русском языке.

ИНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ РАН

Директор – член-корреспондент РАН С. В. Костров

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Показано, что при помещении кардиомиоцитов крысы в среду с повышенным содержанием глюкозы (при моделировании диабетической кардиомиопатии) в клетках развивается состояние устойчивого хронического окислительного стресса, вызывающего запуск разнонаправленных патологических клеточных реакций, итогом которых являются апоптоз и клеточное старение. Внесение в среду культивирования антиоксиданта N-ацетилцистеина приводило к подавлению как апоптотических процессов, так и клеточного старения, индуцированных гипергликемическим стрессом (ак. Н. Ф. Мясо-едов, к.х.н. С. И. Шрам).

Сравнительное изучение физиологических и фармакологических эффектов простых глипролинов позволило определить структуру пептида 5-охо-Pro-Arg-Pro, перспективную для создания лекарственного препарата для борьбы с метаболическим синдромом. При проведении исследований установлено, что 5-охо-Pro-Arg-Pro активен в отношении глутамат-эргических нейронов и обладает модуляторной активностью в отношении мест специфического связывания глутамата. При физиологических исследованиях показано, что 5-охо-Pro-Arg-Pro в дозе 150 мкг/кг вызывает снижение тревожности. Получены данные об анксиолитическом действии 5-охо-Pro-Arg-Pro. При сравнении действия перечисленных выше пептидов на параметры гемостаза наибольший эффект отмечался у 5-охо-Pro-Arg-Pro. Показано, что 5-охо-Pro-Arg-Pro, введенный многократно интраназально крысам с развившимся метаболическим синдромом, повышал антикоагулянтно-фибринолитический фон плазмы крови и снижал агрегацию тромбоцитов. При этом он имел максимальное по сравнению с другими пептидами гипогликемическое, антитромботическое, гипохолестеринемическое и липидемическое действие. Таким образом, показано, что 5-охо-Pro-Arg-Pro восстанавливал нормальные значения показателей общего холестерина, ли-

пидного профиля даже при одновременном употреблении в пищу продуктов, приводящих к повышению уровня холестерина крови. Работа проводилась совместно с МГУ им. М. В. Ломоносова (ак. Н. Ф. Мясоедов).

Обнаружено усиление синтеза дофамина у крыс с токсической (6-ГДА) моделью болезни Паркинсона под действием пептидов – стимулятора дофаминовых нейронов DNSP5 и гибридного пептида семакс – DNSP5. Это наблюдается в стриатуме интактного полушария головного мозга и сопровождается повышением двигательной активности животных в тесте «открытое поле». Такой эффект пептидов может быть связан с активацией экспрессии генов рецептора глиального фактора роста *Gfra1* and *Gfra2* в стриатуме и черной субстанции (д.б.н. С. А. Лимборская, к.б.н. Е. В. Филатова).

Цитотоксическое действие протеазы 3С вируса гепатита А человека сопровождается эффектом свидетеля. При экспрессии гена протеазы 3С вируса гепатита А человека (3Срго) в клетках человека *in vitro* в культуре наблюдается гибель клеток, не содержащих гена фермента. При этом цитотоксическим действием обладает также среда, в которой культивировались клетки экспрессирующие 3Срго. Таким образом, обнаруженный эффект – эффект свидетеля – не зависит от межклеточных контактов. Описанное явление обнаружено впервые и, вероятно, отражает ранее неизвестную сторону взаимодействия вирусов с организмом-хозяином. Найденные свойства 3Срго открывают новые возможности применения гена этого фермента в генной терапии онкологических заболеваний (чл.-к. С. В. Костров).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Обнаружено, что РНК-хеликаза, кодируемая геном *bel*, необходима для поддержания стволовых клеток зародышевого пути и их дальнейшей дифференцировки в процессе сперматогенеза у дрозофилы. Показано, что нарушение образования РНК-хеликазы *Bel* приводит к резкому снижению количества циклинов А и В. Эффект наблюдается только в отношении клеток зародышевого пути; деления соматических клеток семенника не затрагиваются. Ген *bel* является гомологом гена *DBY* человека, мутационные нарушения которого приводят к стерильности мужчин, вызванной резким нарушением образования клеток зародышевого пути при сохранении соматических клеток (клеток Сертоли) семенника. Наблюдаемый фенотип при мутации в гене *bel* у дрозофилы имитирует синдром (Sertoly Cell-Only Syndrome). Поэтому дрозофила может служить моделью для исследования природы нарушений при синдроме «только клетки Сертоли» тех молекулярно-генетических механизмов, в которых участвует РНК-хеликаза как шаперон РНК (ак. В. А. Гвоздев, к.б.н. Оленина Л. В.).

Охарактеризованы аптамеры (синтетические лиганды на основе однонитевой ДНК), которые способны связываться с высокой аффинностью и специфичностью с промотор-узнающими участками сигма-субъединиц РНК-полимеразы различных бактерий. Показано, что связывание происходит в одну стадию и приводит к образованию очень стабильных ДНК-белковых комплексов, результатом чего является ингибирование активности бактериальной РНК-полимеразы. Таким образом, аптамеры могут быть ис-

пользованы для разработки новых ингибиторов транскрипции и антибактериальных соединений (д.б.н. А. В. Кульбачинский).

Сравнительный анализ геномов различных штаммов *Acinetobacter lwoffii* и *Acinetobacter baumannii* выявил ряд отличий между этими видами: (I) размеры хромосом у *A. baumannii* превышали размеры хромосом у *A. lwoffii* примерно на 20%; (II), наоборот, количество плазмид в *A. lwoffii* и их общий размер были значительно выше, чем в *A. baumannii*; (III) число генов и разнообразие генов устойчивости к тяжелым металлам в природных штаммах *A. lwoffii* было существенно выше, чем у штаммов *A. baumannii* и, также в отличие от последних, они были в основном расположены на плазмидах. Вероятно, что эти различия связаны с различными условиями жизни штаммов, принадлежащих к этим двум видам (д.б.н. М. А. Петрова).

Была установлена фундаментальная связь процесса праймированной CRISPR-адаптации с CRISPR-интерференцией, а именно: было показано, что ДНК-мишени системы типа I-E у *E. coli*, полностью комплементарные спейсерам крРНК, способны эффективно поддерживать праймированную адаптацию *in vivo*. В условиях эксперимента уровень этой адаптации оказывается низким из-за быстрого уничтожения молекул ДНК с полной комплементарностью спейсеру крРНК, что приводит к исчезновению субстратов для адаптации. При наличии плазмидных ДНК, содержащих протоспейсеры с неполным соответствием спейсеру крРНК, интерференция/уничтожение мишени оказывается замедленным и компенсируется репликацией плазмиды за счет ее собственного механизма поддержания копияности. В результате кажущийся уровень адаптации спейсеров из плазмиды оказывается высоким, так как процесс приобретения спейсеров оказывается растянутым во времени. При этом «мгновенная» скорость адаптации спейсеров, праймированная на протоспейсерах с неполным соответствием, как минимум в 10 раз ниже, чем у молекул ДНК, содержащих полностью соответствующие протоспейсеры. Дано теоретическое обоснование этому феномену и проведено математическое моделирование сопряженных процессов CRISPR-интерференции и праймированной адаптации (д.б.н. К. В. Северинов).

Система с участием коротких РНК, рiРНК обеспечивает защиту от экспансии в геноме мобильных элементов. Различные природные линии *Drosophila* обладают разной устойчивостью к внедрению в геном новых транспозонов. Используя систему природных линий и полногеномные подходы, мы показали, что в природных популяциях варьирует эффективность продукции рiРНК, что приводит к драматическим отличиям в первичном ответе на внедрение новых транспозонов, однако не влияет на иммунитет против тех мобильных элементов, которые уже населяют геном. Причиной разной эффективности работы рiРНК-системы является природный полиморфизм факторов рiРНК биогенеза (д.б.н. А. И. Калмыкова).

С помощью метода РНК-интерференции впервые показано, что снижение транскрипции гена *stc*, кодирующего нейрональный транскрипционный фактор, в центральной нервной системе эмбрионов *Drosophila melanogaster* приводит к увеличению продолжительности жизни, в то время как снижение его транскрипции в периферической нервной системе эмбрионов не влияет на продолжительность жизни. Полученный результат свидетельствует о

значении эмбриональной экспрессии в контроле продолжительности жизни взрослого организма и подтверждает ключевую роль нервной системы в контроле продолжительности жизни (д.б.н. Е. Г. Пасюкова).

Показано, что некоторые мутации гена *sgg* *Drosophila melanogaster*, кодирующего протеинкиназу GSK3-beta, приводят к изменению количества транскрипта *sgg* и белка GSK3-beta, а также к увеличению продолжительности жизни. Впервые показано, что изменение экспрессии гена *sgg* в мотонейронах, глутаматэргических и дофаминэргических нейронах самок приводит к увеличению продолжительности жизни, а в пептидэргических, холинэргических и ГАМК-эргических – не влияет на продолжительность жизни. Полученные результаты указывают на клеточную специфичность влияния белка GSK3-beta, кодируемого геном *sgg*, на продолжительность жизни (д.б.н. Е. Г. Пасюкова, к.б.н. Н. В. Рощина).

Исследована способность экстрактов различных растений (ЭР) восстанавливать ионы серебра до НЧ серебра (НЧС); было протестировано 25 экстрактов растений, обитающих в России. Разработан метод эффективного получения НЧС с использованием ЭР и нитрата серебра. С помощью атомно-силовой и электронной микроскопии показано, что ЭР обуславливают образование НЧС различного размера – от 20 до 80 нм. Показано убивающее действие НЧС на клетки *Escherichia coli* K-12 и *Pseudomonas aeruginosa*, а также на бактерии, живущие в биопленках (совместно с сотрудниками лаборатории д.х.н. В. А. Надточенко, Институт химической физики РАН, д.б.н. И. А. Хмель).

Тестирование онкогенного потенциала гена *trim14* и его мутантной формы (Mr) (содержащей мутацию 620 C>T, соответствующую в белке замене Р207L) на псевдонормальных клетках Rat-2 (*in vitro*), показало повышенное образование фокусов трансформации в обоих случаях. При этом в клетках, трансфецированных Mr, образование фокусов происходит в 1,5–2 раза чаще, чем в клетках, трансфецированных *trim14* дикого типа. В клетках Rat-2, трансфецированных нормальным и мутантным геном *trim14*, была понижена экспрессия ряда апоптотических генов (гены каспаз 3 и 9 и p53). Получены две линии трансгенных мышей, содержащих ген *trim14* дикого типа под цитомегаловирусным промотором. У этих мышей (*in vivo*) наблюдалось повышенное образование опухолей, тогда как в контроле опухоли практически не встречались. Таким образом, на моделях *in vitro* и *in vivo* показан онкогенный потенциал гена *trim14* (д.б.н. В. З. Тарантул).

С использованием технологии биочипов и масштабных баз данных обнаружено воздействие нейропротективного препарата семакса на экспрессию генов иммунной системы в условиях экспериментальной модели ишемического инсульта. Через сутки после начала ишемического процесса выявлено изменение экспрессии генов, связанных с гуморальным иммунным ответом, синтезом иммуноглобулинов и хемокинов. Это может быть использовано в качестве средства активации адаптивного иммунитета. Исследование проводилось совместно с РНИМУ им. Н. И. Пирогова (д.б.н. С. А. Лимборская, к.б.н. Л. В. Дергунова).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Проведено изучение биораспределения АнтионкоРАН-М. Показано, что препарат локализуется преимущественно в опухоли и регионарных лимфоузлах, детектируется в почках и печени в следовых количествах и не детектируется в остальных органах (ак. Е. Д. Свердлов, к.б.н. И. В. Алексеенко).

Получены генно-терапевтические конструкции, содержащие гены диффундирующих токсинов и гены активации иммунной системы под контролем созданных многопрофильных искусственных опухолеспецифичных промоторов. Показано, что данные конструкции обладают высоким противоопухолевым эффектом (ак. Е. Д. Свердлов, к.б.н. И. В. Алексеенко).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Пептиды семакс, альфа-МСГ и PGP (пролил-глицил-пролил) были исследованы на способность защищать дофаминергические (ДА)-нейроны, дифференцированные из индуцированных плюрипотентных стволовых клеток нормального донора и пациентов с болезнью Паркинсона, при окислительном стрессе, индуцированном добавлением перекиси водорода. Все пептиды использовали в концентрации 1 нМ. Исследованные пептиды, такие как Семакс и альфа-МСГ, на 15–20% увеличивали количество ДА-нейронов в культуре, а PGP не оказывал нейротропного действия. Сходные защитные эффекты наблюдались как на клетках от здорового донора, так и от доноров с наследственными формами болезни Паркинсона (д.б.н. И. А. Гривенников).

Основные публикации:

Abramov Y. A., Shatskikh A. S., Maksimenko O. G., Bonaccorsi S., Gvozdev V. A., Lavrov S. A. The Differences Between Cis- and Trans-Gene Inactivation Caused by Heterochromatin in *Drosophila* // *Genetics*. 2016 Jan. 202(1). P. 93–106.

Agapov A., Esyunina D., Kulbachinskiy A. Gfh factors stimulate transcriptional pausing and termination by *Deinococcus radiodurans* RNA polymerase // *The FEBS Journal*. 283 (Suppl. 1). P. 168.

Agapov A., Esyunina D., Pupov D., Kulbachinskiy A. Regulation of transcription initiation by Gfh factors from *Deinococcus radiodurans*// *Biochem J*. 2016 Oct 17. 473 (23). P. 4493–4505.

Esyunina D., Agapov A., Kulbachinskiy A. Regulation of transcriptional pausing through the secondary channel of RNA polymerase// *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016. 113 (31). P. 8699–8704.

Esyunina D., Turtola M., Pupov D., Bass I., Klimašauskas S., Belogurov G., Kulbachinskiy A. Lineage-specific variations in the trigger loop modulate RNA proofreading by bacterial RNA polymerases // *Nucleic Acids Res*. 2016 4 (3). P. 1298–1308.

Funikov S. Y., Ryazansky S. S., Kanapin A. A., Logacheva M. D., Penin A. A., Snezhkina A. V., Shilova V. Y., Garbuz D. G., Evgen'ev M. B., Zatsepina O. G. Interplay between RNA interference and heat shock response systems in *Drosophila melanogaster* // *Open Biol*. 2016. V. 6 (10). P. 160224.

Kotov A. A., Olenkina O. M., Kibanov M. V., Olenina L. V. RNA helicase Belle (DDX3) is essential for male germline stem cell maintenance and division in *Drosophila* // *Biochim Biophys Acta*. 2016 Jun. 1863 (6 Pt A). P. 1093–1105.

Kuznedelov K., Mekler V., Lemak S., Tokmina-Lukaszewska M., Datsenko K. A., Jain I., Savitskaya E., Mallon J., Shmakov S., Bothner B., Bailey S., Yakunin A. F., Severinov K., Semenova E. Altered stoichiometry *Escherichia coli* Cascade complexes with shortened CRISPR RNA spacers are capable of interference and primed adaptation // *Nucleic Acids Res*. 2016. Dec 15. 44 (22). P. 10849–10861.

Lavysh D., Sokolova M., Minakhin L., Yakunina M., Artamonova T., Kozyavkin S., Makarova K. S., Koonin E. V., Severinov K. The genome of AR9, a giant transducing *Bacillus* phage encoding two multisubunit RNA polymerases // *Virology*. 2016. Aug. 495. P. 185–196.

Lopatina A., Medvedeva S., Shmakov S., Logacheva M. D., Krylenkov V., Severinov K. Metagenomic Analysis of Bacterial Communities of Antarctic Surface Snow // *Front Microbiol*. 2016. 31. 7. P. 398.

Miropolskaya N., Petushkov I., Kulbachinskiy A., Makarova A. Single amino acid substitutions and deletions modulate the dRP-lyase activity of human DNA polymerase *iota* // *The FEBS Journal*. 283 (Suppl. 1). P. 159.

Mehta D., Tropf F. C., Gratten J., Bakshi A., Khrunin A., Lerer B., Limborska S., Weinberger D. R., Weiser M., Wu J. Q. Evidence for Genetic Overlap Between Schizophrenia and Age at First Birth in Women // *JAMA Psychiatry*. 2016 May 1. 73 (5). P. 497–505.

Morgunova V., Akulenko N., Radion E., Olovnikov I., Abramov Y., Olenina L. V., Shpiz S., Kopytova D. V., Georgieva S. G., Kalmykova A. Telomeric repeat silencing in germ cells is essential for early development in *Drosophila* // *Nucleic Acids Res*. 2016 Sep 6. 44 (15). P. 7509.

Petushkov I., Esyunina D., Kulbachinskiy A. Transcriptional pausing induced by alternative sigma subunits of *Escherichia coli* RNA polymerase // *The FEBS Journal*. 283 (Suppl. 1). P. 205.

Ryazansky S. S., Kotov A. A., Kibanov M. V., Akulenko N. V., Korbut A. P., Lavrov S. A., Gvozdev V. A., Olenina L. V. RNA helicase Spn-E is required to maintain Aub and AGO3 protein levels for piRNA silencing in the germline of *Drosophila* // *Eur J Cell Biol*. 2016. 95 (9). P. 311–322.

Semenova E., Savitskaya E., Musharova O., Strotskaya A., Vorontsova D., Datsenko K. A., Logacheva M. D., Severinov K. Highly efficient primed spacer acquisition from targets destroyed by the *Escherichia coli* type I-E CRISPR-Cas interfering complex // *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016. 113 (27). P. 7626–7631.

Shubin A. V., Demidyuk I. V., Komissarov A. A., Rafieva L. M., Kostrov S. V. Cytoplasmic vacuolization in cell death and survival // *Oncotarget*. 2016. Jun 17. 7 (34). P. 55863–55889.

Stojkovič G., Makarova A. V., Wanrooij P. H., Forslund J., Burgers P. M., Wanrooij S. Oxidative DNA damage stalls the human mitochondrial replisome // *Sci Rep*. 2016. Jul 1. 6. P. 28942.

Ulianov S. V., Khrameeva E. E., Gavrilov A. A., Flyamer I. M., Kos P., Mikhaileva E. A., Penin A. A., Logacheva M. D., Imakaev M. V., Chertovich A., Gelfand M. S.,

Shevelyov Y. Y., Razin S. V. Active chromatin and transcrIFtion play a key role in chromosome partitioning into topologically associating domains // *Genome Res.* 2016. Jan. 26 (1). P. 70–84

Volkova A., Shadrina M., Kolomin T., Andreeva L., Limborska S., Myasoedov N., Slominsky P. Selank Administration Affects the Expression of Some Genes Involved in GABAergic Neurotransmission // *Front Pharmacol.* 2016. Feb 18. 7. P. 31.

Zolotarev Y. A., Kovalev G. I., Kost N. V., Voevodina M. E., Sokolov O. Y., Dadayan A. K., Kondrakhin E. A., Vasileva E. V., Bogachuk A. P., Azev V. N., Lipkin V. M., Myasoedov N. F. Anxiolytic activity of the neuroprotective peptide HLDF-6 and its effects on brain neurotransmitter systems in BALB/c and C57BL/6 mice // *J Psychopharmacol.* 2016. Jul 27. 30 (9). P. 922–935.

Опубликовано: всего 95 статей, из них 56 на иностранных языках в зарубежных журналах.

ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ им. К. А. ТИМИРЯЗЕВА РАН

Директор – член-корреспондент РАН Вл. В. Кузнецов

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие с другими организмами

Проведен сравнительный анализ распределения цинка в побегах растений гипераккумулятора *Noccaea caerulescens* (экотип St Laurent le Minier), растущих в естественных и лабораторных условиях, что позволило доказать возможность экстраполяции полученных в лаборатории результатов по распределению цинка на реальные природные популяции. Изучено распределение кадмия у двух экотипов *N. caerulescens*, различающихся по устойчивости к нему. Показано, что действие цитокининов на рост корней обусловлено удлинением митозов и не связано с изменением скорости дифференцировки клеток, как это часто предполагается (д.б.н. И. В. Серегин, д.б.н. В. Б. Иванов).

Отсеквенирован геном дикого типа цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803, являющейся модельным объектом многих исследований, с целью поиска единичных мутаций, влияющих на физиологию. Составлен список таких мутаций. Получено 7 альгологически чистых штаммов холодоустойчивых микроводорослей из проб, отобранных в 2015 году. Депонирован 1 штамм диатомовой водоросли *Atteya decora* IPPAS H-2021 и 3 мутанта *Synechocystis* PCC 6803 по генам, отвечающим за транспорт кальция. Составлена и опубликована на сайте новая версия каталога коллекции (к.б.н. М. А. Синетова).

Установлено, что полученные ранее трансгенные растения рапса с геном транс-фактора *Osmyb4* риса характеризуются повышенным фиторемедиационным потенциалом, что делает их перспективными для очистки загрязненных тяжелыми металлами территорий. В основе их большей устойчи-

ности лежит эффективно функционирующая антиоксидантная система, а не интенсивная экспрессия генов клеточного гомеостатирования тяжелых металлов (*HMA5*, *ZIP4*, *NRAMP4*, *CCS*, *MT1a*, *MT1b*, *PSC1*). Для очистки загрязненных цезием водоемов предложен способ повышения фиторемедиационного потенциала растения *L. minor*. Показано, что эти растения существенно повышают эффективность поглощения цезия на фоне низкого содержания калия в среде, что позволит разработать технологии очистки водоемов от радионуклидов (чл-к. Вл. В. Кузнецов).

Восстановлены *in vitro* после 4–20 лет криосохранения клоны 12 сортов земляники (*Fragaria* L.). Семена 6 видов растений из семейств: *Vacciniaceae*, *Campanulaceae* и *Fabaceae* – проросли после криосохранения 22, 28 и 28 лет, соответственно. Клоны 3 новых сортов ежевики восстановлены *in vitro* из меристем после быстрого замораживания и кратковременного хранения в жидком азоте (к.б.н. О. Н. Высоцкая).

Из кДНК библиотек транскриптов клонированы полноразмерные кодирующие последовательности генов ДАГАТ1 и ДАГАТ2 растений бересклета двух видов – Европейский (*E. europaeus* L) и Максимовича (*E. maximoviczianus* [Prokh.] Maxim). Методом секвенирования определены нуклеотидные последовательности клонированных генов. Выявлена высокая консервативность аминокислотных последовательностей ДАГАТ-2 бересклета Максимовича и его ближайших гомологов из других видов растений. Впервые построена модель пространственной структуры ДАГАТ-2 на основе *in silico* анализа (д.б.н. И. В. Голденкова-Павлова).

В растущую Коллекцию культур клеток выших растений были депонированы 2 линии *Vincetoxicum hirundinaria* Medik, характеризующиеся высокими ростовыми показателями. Получено несколько линий каллусной культуры клеток *Epimedium grandiflora* Moqг. трех сортов. Было выявлено, что добавление в среду антиоксидантов повышало каллусогенез почти в два раза. Показано, что экспланты сорта Rose Queen превосходили по способности к каллусогенезу сорт Queen Estera. Лучший рост был отмечен на среде с минеральной основой по MS, также были подобраны оптимальные концентрации фитогормонов для дальнейшего культивирования и начаты работы по получению суспензионных культур клеток (д.б.н. А. М. Носов).

Изучены важные аспекты биогенеза фотосинтетического аппарата выших растений и эволюционного предшественника хлоропластов – цианобактерий. Показана дифференциальная регуляция экспрессии σ -факторов хлоропластной РНК-полимеразы бактериального типа цитокинином и абсцизовой кислотой, что позволяет предполагать участие этих транс-факторов в гормон-зависимой регуляции экспрессии пластидного генома. Исследована роль протеазы РерР в адаптации цианобактерий к условиям окружающей среды. Установлено, что белок РерР является X-Pro металлопротеазой и участвует в биогенезе линкерных белков фикобилисом (д.б.н. В. В. Кузнецов, к.б.н. Е. С. Пожидаева).

Разработан, синтезирован и исследован широкий спектр новых эффективных металлорганических катализаторов окисления воды на основе наноструктурированных оксидов Mn, показаны перспективы их использования в искусственных системах фотобиосинтеза, способных производить водород

за счет электронов и протонов от неисчерпаемого источника воды и энергии солнечного света. В ближайшем будущем это позволит обеспечить удовлетворение все возрастающих потребностей экономики в дешевом, безопасном и энергоёмком топливе (д.б.н. С. И. Аллахвердиев, д.б.н. В. Д. Креславский).

Изучали возможную функциональную взаимосвязь сенсорной гистидинкиназы Hik33 и серин-треониновой протеинкиназы SpkE. Мутант *Synechocystis* по SpkE существенно отличался от клеток дикого типа по набору белков, индуцируемых низкими температурами. Эта мутация не смертельна для клеток цианобактерий, хотя полное отсутствие нескольких групп белков указывает на то, что SpkE вносит существенный вклад в белковый профиль *Synechocystis*. SpkE участвует в регуляции реакций холодового стресса путем модуляции уровня транскрипции некоторых генов (*ndhD2*, *crhR*, *desB*, *hliB*), а также степени фосфорилирования белка (д.б.н. Д. А. Лось).

Исследована роль анионной проницаемости тилакоидной мембраны в фотосинтезе *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Мутация, снижающая анионную проводимость тилакоидной мембраны, увеличивала электрическую составляющую градиента электрохимического потенциала H^+ , повышая этим уровень энергизации тилакоидной мембраны, что, в свою очередь, активировало механизм регулируемой энергозависимой диссипации тепловой энергии $Y(NPQ)$. Активирование этого механизма обеспечивало эффективное функционирование ЭТЦ при повышенных интенсивностях света (д.б.н. Ю. В. Балнокин, к.б.н. Л. А. Халилова).

Направление 62. Биотехнология

Получены каллусные и суспензионные культуры клеток эндемичного для Вьетнама исчезающего вида женьшеня – женьшеня вьетнамского *Panax vietnamensis* Ha et Grush – продуцента уникального набора биологически активных тритерпеноидов окотиллолового ряда (гинзенозидов), которые обладают выраженной противоопухолевой и гепатопротекторной активностями. Оптимизировано выращивание полученных культур. Кроме того, методом UPLC-MS доказано, что клетки *in vitro* сохраняют способность к образованию и накоплению уникальных гинзенозидов (мажонозид R2, ви-нагинзенозид R1 и др.).

Полученные результаты важны как для сохранения генофонда редких видов растений, так и для создания эффективных биотехнологий получения возобновляемого растительного сырья для создания лекарств, нутрицевтиков и других ценных продуктов (д.б.н. А. М. Носов).

Основные публикации

Ivanov Yu. V., Kartashov A. V., Ivanova A. I., Savochkin Yu. V., Kuznetsov Vl. V. Effects of zinc on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown in hydroculture // Plant Physiology and Biochemistry. 2016. V. 102. P. 1–9.

Allakhverdiev S. I., Tomo T., Stamatakis K., Govindjee. International conference on «Photosynthesis research for sustainability – 2015 in honor of George C. Papageorgiou», September 21–26, 2015, Grete, Greece // Photosynthesis Res. V. 130. Issue 1. P. 1–10.

Kupriyanova E. V., Cho S. M., Park Y.-I., Pronina N. A., Los D. A. (2016) The complete genome of a cyanobacterium from a soda lake reveals the presence of the components of CO₂-concentrating mechanism // *Photosynth. Res.* V. 130. Issue 1. P. 151–165. doi: 10.1007/s11120-016-0235-0.

Kreslavski V. D., Kosobryukhov A. A., Schmitt F. J., Semenova G. A., Shirshikova G. N., Khudyakova A. Y., Allakhverdiev S. I. (2016) Photochemical activity and the structure of chloroplasts in *Arabidopsis thaliana* L. mutants deficient in phytochrome A and B // *Protoplasma*. doi: 10.1007/s00709-016-1020-9.

Mironov K. S., Sinetova M. A., Bolatkhan K., Zayadan B. K., Ustinova V., Kupriyanova E. V., Skrypnik A. N., Gogoleva N. E., Gogolev Y. V., Los D. A. (2016) Draft genome sequence of the thermotolerant cyanobacterium *Desertifilum* sp. IPPAS B-1220 // *Genome Announc.* 4 (6): e01304-16. doi: 10.1128/genomeA.01304-1.

Najafpour M. M., Salimi S., Holynska M., Allakhverdiev S. I. (2016) A highly dispersible, magnetically separable and environmentally friendly nano-sized catalyst for water oxidation // *Inter J Hydrogen Energy.* V. 41. Issue 8. P. 4616–4623.

Pashkovskiy P. P., Kartashov A. V., Zlobin I. E., Pogosyan S. I., Kuznetsov V. V. Blue light alters miR167 expression and microRNA-targeted auxin response factor genes in *Arabidopsis thaliana* plants // *Plant Physiology and Biochemistry.* 2016. V. 104. P. 146–154.

Pacheco-Escobedo M. A., Ivanov V. B., Ransom-Rodriguez I., Arriaga-Mejia German, Avila H., Baklanov I. A., Pimentel A., Corkidi G., Doerner P., Dubrovsky J. G., Alvarez-Buylla E., Garay-Arroyo A. Longitudinal zonation pattern in *Arabidopsis* root tip defined by a multiple structural change algorithm. // *Annals of Botany.* 2016. V. 117. P. 1–14. doi:10.1093/aob/mcw101. Инициалы должны стоять здесь после фамилий.

Zorina A. A., Novikova G. V., Los D. A. (2016) Participation of Ser-Thr protein kinases in regulation of heat stress responses in *Synechocystis* // In: *Stress and Environmental Control of Gene Expression in Bacteria.* Ed. F. J. de Bruijn. John Wiley & Sons, Inc. P. 766–780.

Mironov K. S., Los D. A. (2016) Light regulation of cold stress responses in *Synechocystis* // In: *Stress and Environmental Control of Gene Expression in Bacteria.* Ed. F. J. de Bruijn. John Wiley & Sons, Inc. P. 881–889.

Sidorov R. A., Pchelkin V. P., Zhukov A. V., Tsydendambaev V. D. Positional-species composition of diacylglycerol acetates from mature euonymus seeds // *Chemistry & Biodiversity.* 2016. V.13. No. 6. P. 789–797.

Mironov K. S., Sinetova M. A., Bolatkhan K., Zayadan B. K., Ustinova V., Kupriyanova E. V., Skrypnik A. N., Gogoleva N. E., Gogolev Y. V., Los D. A. (2016) Draft genome sequence of the thermotolerant cyanobacterium *Desertifilum* sp. IPPAS B-1220 // *Genome Announc.* 4 (6):e01304-16. doi: 10.1128/genomeA.01304-16.

Sinetova M. A., Los D. A. (2016) New insights in cyanobacterial cold stress responses: Genes, sensors, and molecular triggers // *Biochim. Biophys. Acta, General Subjects.* V. 1860. Issue11. Part A. P. 2391–2403. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2016.07.006>.

Voloshin R. A., Rodionova M. V., Zharmukhamedov S. K., Veziroglu T. N., Allakhverdiev S. I. (2016) Review: biofuel production from plant and algal biomass. *Inter J Hydrogen Energy.* V. 41. Issue 39. P. 17257–17273.

Данилова М. Н., Кудрякова Н. В., Дорошенко А. С., Забродин Д. А., Виноградов Н. С., Кузнецов В. В. Молекулярные и физиологические ответы растений *Arabidopsis thaliana*, дефектных по генам рецепции и метаболизма АБК и цитокининов, на тепловой шок // Физиология растений. 2016. Т. 63. № 3. С. 327–338.

Попов В. Н., Антипина О. В., Астахова Н. В. Изменения ультраструктуры хлоропластов растений табака в процессе защиты от окислительного стресса при гипотермии // Физиология растений. 2016. Т. 63. № 3. С. 319–326.

Аллахвердиев С. И., Креславский В. Д., Жармухамедов С. К., Волошин Р. А., Королькова Д. В., Томо Т., Шэнь Ц.-Р. (2016). Хлорофиллы *d* и *f* и их роль в первичных процессах фотосинтеза цианобактерий // Биохимия. Т.81 (3). С. 315–328.

Башмакова Е. Б., Пашковский П. П., Радюкина Н. Л., Кузнецов Вл. В. (2016) Совместное действие цинка и никеля на состояние глутатионовой системы у растений мимулюса крапчатого // Физиология растений. Т. 63. № 5. С. 668–678.

Болатхан К., Акмуханова Н. Р., Заядин Б. К., Садвакасова А. К., Синетова М. А., Лось Д. А. Выделение и характеристика токсичных цианобактерий из различных природных источников // Биотехнология. 2016. Т. 32. № 3. С. 57–66.

Дерябин А. Н., Бураханова Е. А., Трунова Т. И. Участие апопластной инвертазы в формировании устойчивости холодостойких растений к гипотермии // Известия РАН. Серия биологическая. 2016. № 1. С. 32–40.

Опубликовано: 6 книг, из них 4 на русском языке, в том числе учебник в двух томах, 2 на иностранных языках, 8 монографий, из них 1 на русском языке, 7 на иностранных языках, 43 статьи в сборниках, из них 33 на русском языке, 10 на иностранных языках, 69 статей в журналах, из них 34 статьи на иностранных языках и 35 на русском языке.

**ИНСТИТУТ БИОЛОГИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
С ОПЫТНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ РАН**
Директор – доктор биологических наук Е. А. Пермяков

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Создана «Методика использования потоковых литодинамических структур при поисково-разведочных работах для обнаружения месторождений пресной воды». Исследована и отработана более детально картографическим методом территория Крымского полуострова с целью обнаружения древних палеоделфт, являющихся потенциальными резервуарами пресной воды. Исследованы возможности обнаружения резервуаров пресной воды для аридных районов на примере Аравийского полуострова (В. И. Степанова, И. П. Баранов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Исследовано взаимодействие HAMLET-подобного комплекса α -лактальбумина (α -ЛА) человека с олеиновой кислотой (Ла-ОК) и его составляющих с электровозбудимой плазмалеммой гигантских клеток *Characorallina*. Установлено, что комплекс α -ЛА-ОК оказывает блокирующее влияние на Ca^{2+} -ток плазмалеммы, а α -ЛАСамостоятельно не влияет на электрофизиологические свойства клеточной мембраны. Блокада Ca^{2+} -тока ОК сопровождается ростом неселективного тока утечки и уменьшением потенциала покоя и сопротивления мембраны. Сделан вывод, что цитотоксичность комплекса ЛА-ОК и других HAMLET-подобных комплексов определяется присутствием олеиновой кислоты в качестве блокатора потенциал-зависимых кальциевых каналов плазматической мембраны клеток-мишеней (к.б.н. В. М. Грищенко совместно с ИТЭБ РАН).

Проведен широкомасштабный анализ распространенности и функциональности нативной разупорядоченности в белках нескольких семейств. Показано, что нативная разупорядоченность важна для функционирования и регуляции трансмембранных белков, которые выступают в качестве центров регуляции различных клеточных сигнальных процессов, ДНК- и РНК-связывающих белков, многофункциональных цитокинов, а также α -лактальбумина (д.ф.-м.н. В. Н. Уверский).

Проанализированы собственные и литературные данные по структурным, физико-химическим и функциональным свойствам парвальбуминов, интерлейкина-11 и сывороточного альбумина. Обнаружено, что все эти белки обладают участками полипептидной цепи, которые могут быть нативно разупорядоченными и играют важную роль в их функционировании (к.ф.-м.н. С. Е. Пермяков).

10X мутант 50Sрибосомального белка L35Ae из гипертермофильной археи *Pyrrococcus horikoshii* испробован в качестве альтернативного связывающего белка. С помощью рандомизации трех CDR-подобных петель сгенерирована библиотека L35Ae 10X. С помощью фагового дисплея отобраны два варианта L35Ae 10X, L4 и L7, специфически связывающие модельный белок лизоцим куриного яйца со сродством в диапазоне от 0,10 мкМ до 1,6 мкМ. L4 и L7 более стабильны к денатурации гуанидингидрохлоридом, но более склонны к мультимеризации по сравнению с референтным L35Ae 10X. (к.ф.-м.н. С. Е. Пермяков).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Завершена научно-исследовательская, опытно-конструкторская работа «Создание методов и микрооборудования для проведения щадящей микрохирургии яйцеклеток и ранних эмбрионов млекопитающих с целью решения задач клеточной инженерии и нанотехнологии». Целью работы являлось создание оборудования, а именно: микрокузницы, микрокамер, а также микроинструментов для микроманипуляционных, в том числе микрохирургических, работ для проведения щадящей микрохирургии яйцеклеток и ранних эмбрионов млекопитающих. Разработан комплект эскизной

конструкторской документации, изготовлены и испытаны экспериментальные образцы микрокузницы и микрокамеры (к.б.н. В. А. Никитин, к.т.н. В. В. Шугайло).

Разработан метод термостабилизации кюветы в области температур от 20 до 80 °С с помощью твердотельного нагревателя. Разработаны чертежи термонагревателя с датчиком температуры, чертежи модификации микроскопа. Нагреватель изготовлен и испытан, детали микроскопа изготовлены. Ведутся работы по созданию автоматической системы термостабилизации кюветы и созданию макета прибора. Создаваемый прибор является простым и дешевым устройством на чисто российских комплектующих элементах с целью осуществления импортозамещения. Технические параметры прибора соответствуют поставленной задаче и техническому заданию (к.т.н. В. В. Шугайло).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические методы в биологии, биоинформатика

Разработана концепция, положенная в основу конструирования семейства дифференциальных сканирующих калориметров нового поколения. Это совмещение компенсационного метода измерений, свойственного дифференциальным сканирующим калориметрам (ДСК), и предельно простой конструкции приборов дифференциального термического анализа (ДТА). В соответствии с планом изготовлен макет экспериментального образца базового прибора семейства. В образце использованы технические решения по патенту № 115490 от 27.04.2012 Дифференциальный сканирующий калориметр. Исследования макета подтвердили возможность реализации определенных на предыдущем этапе основных параметров для базового прибора семейства (к.т.н. Б. Н. Бойко, В. В. Кононенко).

Завершена научно-исследовательская работа «Разработка адаптивных измерительных информационных систем с интеллектуальной обработкой данных для домашней телемедицины». Основные результаты, полученные в ходе выполнения работы:

- разработана математическая модель внутрисердечного кровотока внутриутробного плода для системы автоматической доплерометрии его гемодинамических показателей; показана возможность пространственно-временной фильтрации выбранного чресклапанного потока, а также двух разнонаправленных потоков из смешанного доплерографического сигнала на выходе непрерывно-волнового ультразвукового зонда (к.т.н. А. П. Казанцев, к.т.н. А. А. Сенин);
- завершена научно-исследовательская работа «Разработка экспериментального образца калориметрического прибора для исследования трансформации и диссипации энергии в митохондриях»; доработан и испытан макет нанокалориметра, на котором в результате испытаний впервые получены данные по кинетике трансформации и диссипации энергии на живых микрообъектах, каковыми являются выделенные митохондрии. Прибор по уровню превышает современные аналоги и перспективен для использования в качестве аппаратного обеспечения медико-биологических исследований, направленных на борьбу с ишемией головного

мозга, при создании композиций лекарственных средств, при разработке новых нейропротекторов, новых нефропротекторов. По результатам экспериментальных исследований и доводки макета экспериментального образца калориметрического прибора для исследований трансформации и диссипации энергии в митохондриях (нанокалориметр) разработана рабочая конструкторская документация на малоинерционный термостабилизирующий экран ЮФВК.305174.004; доработан и испытан макет нанокалориметра (к.т.н. Г. В. Котельников).

Направление 62. Биотехнология

Проводится разработка промышленного оборудования для реализации технологического процесса получения биологически активных веществ из коры лиственницы, а также из другого растительного сырья. Создан комплект конструкторской документации на оборудование для промышленного получения растительных экстрактов. Разработанное оборудование позволяет получать экстракт коры лиственницы и другие растительные экстракты с максимально сохраненными нативными свойствами при максимальном выходе экстрактивных веществ. Аналогов разработанного оборудования не существует (А. Б. Гаврилов).

Определены основные технологические режимы и параметры работы оборудования, составлена основная технологическая схема для получения базового концентрата на основе пшеничной муки с возможностью как сохранения нативной формы клейковинного комплекса, так и его денатурации тепловым воздействием. Определен метод управления содержанием количества белкового вещества в конечном концентрате с заданной точностью в диапазоне 15–25% на сухое вещество в зависимости от начального содержания белка в исходном сырье. Составлены проекты ТУ и ТИ на базовый концентрат из пшеничной муки для продуктов функционального питания с контролем содержания белкового вещества в диапазоне 15–25% на сухое вещество в зависимости от начального содержания белка в исходном сырье (М. А. Зиновьев).

Проводится разработка биотехнологического процесса получения белково-витаминного комплекса с использованием бактерий-метанотрофов. На экспериментальном двухлитровом ферментере нового типа получены первые результаты, позволяющие сделать вывод о возможности промышленного масштабирования технологического процесса. Процесс исследования включает в себя следующие этапы: реализация модели процесса в рамках периодической культуры и оптимизация состава питательных сред и режимов культивирования, а также испытания различных штаммов бактерий. Реализована система хранения и поддержания штаммов-метанотрофов; реализован периодический процесс культивирования, в котором использована обедненная среда «П»; получена кривая роста культуры прямым подсчетом клеток в камере Горяева из проб, отбираемых из биореактора. Кривая роста носит явный экспоненциальный характер, что показывает, что процесс культивированная в *новом типе реактора* «состоялся». Показано, что культуральная жидкость гомогенна, лимитирующими факторами являются процессы транспорта газовых и жидкостных компонентов питания; существует

возможность оптимизации и масштабирования процессов. Данные результаты получены в ферментере нового типа, объемом 2 л. Оценки показали, что следующая модель биореактора нового типа, которая может служить основой крупномасштабного проектирования, должна иметь объем биореактора около 1 м³ (Гаврилов А. Б.).

Основные публикации

Zernii E. Y., Baksheeva V. E., Iomdina E. N., Averina O. A., Permyakov S. E., Philippov P. P., et al. Rabbit Models of Ocular Diseases: New Relevance for Classical Approaches // *CNS & neurological disorders drug targets*. 2016; 15 (3): P 267-91. Epub 2015/11/11. PubMed PMID: 26553163.

Uversky V. N., Permyakov S. E., Breydo L., Redwan E. M., Almehdar H. A., Permyakov E. A. Disorder in Milk Proteins: alpha-Lactalbumin. Part B. A Multifunctional Whey Protein Acting as an Oligomeric Molten Globular «Oil Container» in the Anti-Tumorigenic Drugs, Lipotides // *Current protein & peptide science*. 2016;17 (6): P 612-28. Epub 2016/02/27. PubMed PMID: 26916155.

Sokolov A. S., Kazakov A. S., Solovyev V. V., Ismailov R. G., Uversky V. N., Lapteva Y. S. et al. Expression, Purification, and Characterization of Interleukin-11 Orthologues // *Molecules*. 2016; 21 (12). Epub 2016/12/06. doi: 10.3390/molecules21121632. PubMed PMID: 27916836.

Permyakov E. A., Uversky V. N., Permyakov S. E. Parvalbumin as a pleomorphic protein // *Curr Protein Pept Sci*. 2016. Epub 2016/12/15. PubMed PMID: 27964700.

Permyakov E. A., Uversky V. N., Permyakov S. E. Interleukin-11: A Multifunctional Cytokine with Intrinsically Disordered Regions // *Cell Biochem Biophys*. 2016;74 (3): P 285-296. Epub 2016/06/24. doi: 10.1007/s12013-016-0752-7. PubMed PMID: 27334537.

Permyakov E. A., Permyakov S. E., Breydo L., Redwan E. M., Almehdar H. A., Uversky V. N. Disorder in Milk Proteins: alpha-Lactalbumin. Part A. Structural Properties and Conformational Behavior // *Current protein & peptide science*. 2016;17 (4): P 352-67. Epub 2016/03/10. PubMed PMID: 26956441.

Permyakov E. A., Permyakov S. E., Breydo L., Redwan E. M., Almehdar H. A., Uversky V. N. Disorder in Milk Proteins: alpha-Lactalbumin. Part C. Peculiarities of Metal Binding // *Current protein & peptide science*. 2016;17 (8): P 735-45. Epub 2016/10/30. PubMed PMID: 27238572.

Kazakov A. S., Sokolov A. S., Vologzhannikova A. A., Permyakova M. E., Khorn P. A., Ismailov R. G. et al. Interleukin-11 binds specific EF-hand proteins via their conserved structural motifs // *J Biomol Struct Dyn*. 2016: P 1–47. Epub 2016/01/05. doi: 10.1080/07391102.2015.1132392. PubMed PMID: 26726132.

Kataev A. A., Zherelova O. M., Grishchenko V. M. A Characeae Cells Plasma Membrane as a Model for Selection of Bioactive Compounds and Drugs: Interaction of HAMLET Like Complexes with Ion Channels of Chara corallina Cells Plasmalemma // *J Membrane Biol.*, 2016, v.249, № 6. Pp. 801–811.

Жерелова О. М. Катаев А. А. Грищенко В. М. Штанчаев Р. Ш. Галоперидол – модулятор ионного транспорта клеток Chara corallina // *Цитология*, 2016, том 58, № 8. С. 646–654.

Zherelova O. M., Kataev A. A., Grischenko V. M. and Shtanchaev R. Sh. Haloperidol Modulates Ion Transport in Chara Corallina Cells // Cell and Tissue Biology. 2016. Vol. 10. No. 6. Pp.476–485.

Медведева Д. А., Казанцев А. П. и др. Имитационная модель доплерометрии внутрисердечного кровотока плода // Биомедицинская радиоэлектроника. № 6. С. 38–44.

Котельников Г. В., Моисеева С. П. Нанокалориметр для изерения теплопродукции в митохондриях // Научное приборостроение. 2016. Т. 26. № 3. С. 3–9.

Лопачев Н. А., Зелинская А. А., Степанова В. И., Плыгун С. А. Поточковая методология почвенной поверхности – инновационный путь хозяйственной деятельности человека // Russian journal of agricultural and socio-economic sciences. № 3 (51) 2016. С. 86–91.

Опубликовано: 39 статей (в том числе 27 статей в международных изданиях). Получены: 1 свидетельство о государственной регистрации программ ЭВМ, 2 патента.

ИНСТИТУТ БЕЛКА РАН

Врио директора – доктор биологических наук В. А. Колб

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Методом атомно-силовой микроскопии были исследованы амилоидогенные свойства белка Бенс-Джонса B1F в различных ионных условиях, имитирующих таковые в различных отделах нефрона. Было показано, что характер агрегатов белка зависит от pH и его понижение инициирует рост фибрилл. Замена в белке B1F Asn177 на Ser приводит к утрате белком способности к формированию протяженных фибриллярных структур в этих условиях, и агрегаты образуются только в условиях pH, близких к нейтральным, а также в присутствии восстановителя.

Определена пространственная структура γ субъединицы архейного фактора инициации трансляции aIF2 *Sulfolobus solfataricus* в комплексе с нерасщепляемым аналогом ГТФ (GDPCP) с высоким разрешением (1.64 Å). Впервые обнаружены возможные пути переноса протона в процессе гидролиза ГТФ на γ субъединице aIF2 (*д. б. н. М. Б. Гарбер*).

Впервые обнаружена и исследована зависимость формирования протяженных поверхностных структур галофильных архей (жгутиков и Т-нитей) от условий окружающей среды (культивирования). Продолжается работа по модифицированию поверхности жгутиков галофильных архей петлями пептидных последовательностей с целью придания модифицированным жгутикам искомым связывающих свойств (*д.б.н. О. В. Федоров*).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Обнаружено, что в уже работающей бесклеточной системе трансляции вновь добавленная мРНК вызывает освобождение полноразмерного белка из транслирующих полирибосом. Впервые показано функциональное сопряжение инициации и терминации трансляции. Завершена отладка экспериментальных протоколов для анализа структуры полирибосом методом криоэлектронной томографии с использованием крио-микроскопа Titan Krios (совместно с НИЦ «Курчатовский институт»). Проведено предварительное исследование структуры полирибосом на мРНК, содержащей IRES СтPV. Проверена универсальность предложенного способа идентификации IRES-зависимой инициации трансляции. Показана применимость метода удлинения 5'-НТО для анализа инициации на IRES-последовательностях разных типов (ак. А. С. Спирун).

Обнаружено, что связанный в рибосомном туннеле эритромицин не ингибирует синтез 29-членного олигофенилаланинового пептида с метионином в N-концевом положении (fMet-Phe₂₉), но останавливает трансляцию следующих за фенилаланиновыми кодонов, кодирующих гетерополимерную белковую последовательность. Этот результат позволяет отвергнуть гипотезу о наличии альтернативного пути для растущего полифенилаланинового пептида внутри рибосомы (д.б.н. В. А. Колб).

Методом высокопроизводительного секвенирования определены наборы мРНК, связывающиеся с YB-1 в нормальных и раковых клетках молочной железы. Установлено, что в раковых клетках происходит изменение набора мРНК, ассоциированных с YB-1, причем функционально значимым является снижение связывания YB-1 с мРНК белков, участвующих в регуляции клеточного роста и миграции. Методом высокопроизводительного секвенирования определены изменения в наборах мРНК, связывающихся с YB-1 в клетках НЕК293 в нормальных условиях, в условиях мышьякового стресса и в условиях ингибирования mTOR-сигнального пути. Установлено, что изменение трансляционного статуса мРНК в присутствии арсенита натрия и ингибитора mTOR (Torin2) не зависит от связывания YB-1. Вероятно, что YB-1 при стрессах может не влиять на белковый синтез, а стабилизировать мРНК на время стресса. Методом геномного редактирования CRISPR/Cas9 получены клетки НЕК293T delYB-1, не экспрессирующие белок YB-1. Методом рибосомного профайлинга определен трансляционный статус мРНК в клетках НЕК293T и НЕК293T delYB-1 (ак. Л. П. Овчинников).

Направление 60. Клеточная биология. Теоретические основы клеточных технологий

Химерный белок, состоящий из части N-концевого фрагмента виментина, слитого с зеленым флуоресцентным белком, связывается с митохондриями и увеличивает их мембранный потенциал. Экспрессированный в бактериях и очищенный виментин подавляет вход калия в митохондрии через АТФ-чувствительные калиевые каналы.

Идентифицирован участок молекулы моторного белка кинезина, опосредующий его взаимодействие с виментиновыми филаментами через адаптер-

ный белок GRIP1. Показано, что виментин стимулирует миграцию фибробластов независимо от взаимодействия с митохондриями (к.б.н. А. А. Минин).

Получены ДНК-конструкции, кодирующие белок динактин-1, слитый с белком Sec23, с GRIP-доменом или с PACT-доменом. При экспрессии этих ДНК-конструкций в клетках синтезировались химерные белки, таргетированные на ERES-домен эндоплазматического ретикулаума, на аппарат Гольджи или на centrosому, соответственно. Движение ERES в цитоплазме не изменялось, организация микротрубочек на аппарате Гольджи или на ERES тоже не изменялась, но организация микротрубочек на centrosоме усиливалась. В составе белка динактина-1 выявлены фрагменты, участвующие в его взаимодействии с centrosомой. Это домены, участвующие также во взаимодействии динактина-1 с микротрубочками, CAP-Gly и BMBD. Во фрагменте BMBD оказалось необходимым наличие варибельного домена Var. Добавление сигнальной последовательности экспорта из ядра – NES – ингибирует связывание фрагмента динактина-1 с centrosомой, что говорит о возможном участии в этом взаимодействии белков ядерно-цитоплазматического транспорта (д.б.н. Е. С. Надеждина).

Направление 61. Биофизика. Радиобиология. Математические модели в биологии. Биоинформатика

Изучен процесс образования амилоидов амилоидогенным фрагментом белка Bgl2 (остатки 166-175, VDSWNVLVAG [AspNB]) из клеточной стенки дрожжей и его аналога с заменой D2E (GluNB). Показано, что фибриллы для данных пептидов состоят из олигомерных структур. Определены участки полипептидной цепи, входящие в остов амилоидных структур, для амилоидогенного фрагмента белка Bgl2 (остатки 166-175, VDSWNVLVAG [AspNB]) из клеточной стенки дрожжей и его аналога с заменой D2E (GluNB).

Проведен анализ встречаемости гомоповторов и неструктурированных шаблонов в 122 протеомах и найдены часто встречающиеся мотивы и повторы. Встречаемость конкретного гомоповтора зависит от протеома. Встречаемость гомоповторов в белках связана уже более чем с 20 наследственными заболеваниями. Показано, что повышенный уровень растворимого синдекана-1 может служить маркером системного хронического заболевания. Построена база данных по встречаемости гомоповторов в протеоме человека. Представлен список заболеваний, прописанных в базе данных OMIM, в которых задействован данный белок.

Изучена роль повторов в аминокислотной последовательности на агрегационную способность белка на примере прионо-подобных доменов РНК-связывающих белков семейства FET. Показано, что наличие нестрогих повторов в РНК-связывающих белках с прионо-подобным доменом является важной характеристикой аминокислотной последовательности данных белков для быстрого образования динамической кросс-бета-структуры и ее распада. Прослежено появление этих повторов с эволюционной точки зрения (д.ф.-м.н. О. В. Галзитская).

Предложен новый подход к расчету энтропии связывания молекул, основанный на оценке их подвижности в кристаллах.

Методами кругового дихроизма, флуоресценции и рассеяния света исследованы кинетические процессы сворачивания и самосборки молекулярного шаперона GroEL в различных концентрациях сульфата аммония.

Продолжена разработка метода, основанного на ограниченном протеолизе и масс-спектрометрии высокого разрешения, для изучения определения участков полипептидной цепи, образующих ядро амилоидных структур при амилоидозе. Для апомиоглобина дикого типа и двух мутантных форм (V10A и V10F) определены участки полипептидной цепи, формирующие межмолекулярные взаимодействия в амилоидах (чл.-к. А. В. Финкельштейн).

Направление 62. Биотехнология

Разработана технология высокопроизводительного скрининга клеток эукариот с использованием планарного клеточного биочипа. На основе этой технологии отработана процедура быстрого получения клеточных клонов, гарантированно происходящих из одной клетки. Разработан эффективный метод отбора клеточных линий, несущих чужеродный ген в хромосомной ДНК. Разработана универсальная процедура определения точного местоположения случайных вставок чужеродной ДНК в клеточных хромосомах. Разработан комплексный метод генетического анализа гибридных клеточных линий, основанный на 2D-формате технологии молекулярных колоний. Проведен анализ копийности, местоположения и структуры вставок в гибридных клеточных линиях и поиск закономерностей сайт-неспецифической интеграции (чл.-к. А. Б. Четверин).

Основные публикации

Agalarov S., Yusupov M., Yusupova G. (2016) Reconstitution of functionally active *Thermus thermophilus* 30S ribosomal subunit from ribosomal 16S RNA and ribosomal proteins // *Methods in Molecular Biology*, 1320. P 303–314, doi: 10.1007/978-1-4939-2763-0_1

Baranovskaya M. D., Ugarov V. I., Chetverina H. V., Chetverin A. B. Removal of protein S1 from *Escherichia coli* ribosomes without the use of affinity chromatography // *Anal. Biochem.* 2016

Bobkova N. V., Ovchinnikov L. P., Medvinskaya N. I., Guryanov S. G., Nesterova I. V., Eliseeva I. A., Samokhin A. N., Alexandrova I. Yu., Nekrasov P. V. Applikation of YB-1 protein and fragments thereof for preparing medical agents in threating Alzheimer disease // United States Patent Application Publikation. 2016, Pub No.: US 2016/0331806 A1. Pub. Date: Nov 17, 2016.

Dovidchenko, N. V., Glyakina, A. V., Selivanova, O. M., Grigorashvili, E. I., Suvorina, M. Y., Dzhus, U. F., Mikhailina, A. O., Shiliaev, N. G., Marchenkov, V. V., Surin, A. K., and Galzitskaya, O. V. One of the possible mechanisms of amyloid fibrils formation based on the sizes of primary and secondary folding nuclei of A β 40 and A β 42 // *J. Struct. Biol.*, (2016) 194. 404–414.

Fokin A. I., Klementeva T. S., Nadezhdina E. S., Burakov A. V. SLK/LOSK kinase regulates cell motility independently of microtubule organization and Golgi polarization // 2016. *Cytoskeleton*, 73 (2): 83–92.

Lyabin D. N., Ovchinnikov L. P. Selective regulation of YB-1 mRNA translation by the mTOR signaling pathway is not mediated by 4E-binding protein // *Sci Rep.* (2016) 6:22502.

Marchenko N. Y., Sikorskaya E. V., Marchenkov V. V., Kashparov I. A., Semisotnov G. V. Affinity chromatography of chaperones based on denatured proteins: Analysis of cell lysates of different origin // *Protein Expr Purif.* 2016; 119: 117–23.

Marchenkov V. V., Ryabova N. A., Selivanova O. M., Semisotnov G. V. GroEL/ES chaperonin: unfolding and refolding reactions. In: *Stress and Environmental Regulation of Gene Expression and Adaptation in Bacteria* (edited by Frans J. de Bruijn) // John Wiley & Sons, Inc., 2016. Pp. 783–790.

Melnik B. S., Nagibina G. S., Glukhov A. S., Melnik T. N., Uversky V. N. Substitutions of Amino Acids with Large Number of Contacts in the Native State Have no Effect on the Rates of Protein Folding // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics.* 2016, 1864 (12):1809-1817.

Mordovkina D. A., Kim E. R., Buldakov I. A., Sorokin A. V., Eliseeva I. A., Lyabin D. N., Ovchinnikov L. P. Transportin-1-dependent YB-1 nuclear import. // *Biochem Biophys Res Commun.* (2016) 480 (4): 629-634. doi: 10.1016/j.bbrc.2016.10.107.

Nikonov O., Kravchenko O., Arkhipova V., Stolboushkina E., Nikonov S., Garber M. Water clusters in the nucleotide-binding pocket of the protein α IF2 γ from the archaeon *Sulfolobus solfataricus*: Proton transmission. (2016) // *Biochimie*, 121. P.197–203/

Nikulin A., Mikhailina A., Lekontseva N., Balobanov V., Nikonova E., Tishchenko S. Characterization of RNA-binding properties of the archaeal Hfq-like protein from *Methanococcus jannaschii* // *J. Biomol. Struct. Dyn.* (2016) Aug 1. P. 1–14.

Sarkisyan K. S., Bolotin D. A., Margarita Meer V., Usmanova D. R., Mishin A. S., Sharonov G. V., Ivankov D. N., Bozhanova N. G., Baranov M. S., Soylemez O., Bogatyreva N. S., Vlasov P. K., Egorov E. S., Logacheva M. D., Kondrashov A.S., Chudakov D.M., Putintseva E.V., Mamedov I.Z., Tawfik D. S., Lukyanov K. A., Kondrashov F. A. Local fitness landscape of the green fluorescent protein // *Nature*, (2016) 533, 397–401.

Selivanova, O. M. Grigorashvili, E. I. Suvorina, M. Y. Dzhus, U. F. Nikulin, A. D. Marchenkov, V. V. Surin, A. K. Galzitskaya, O. V. X-ray diffraction and electron microscopy data for amyloid formation of A β 40 and A β 42 // (2016) *Data in Brief*, 8. 108-113. PMID: 27294177.

Selivanova O. M., Surin A. K., Marchenkov V. V., Dzhus U. F., Grigorashvili E. I., Suvorina M. Yu., Glyakina A. V., Dovidchenko N. V., Galzitskaya O. V. These authors contributed equally to this work. The Mechanism Underlying Amyloid Polymorphism is Opened for Alzheimer's Disease Amyloid- β Peptide // *J. of Alzheimer's disease*, 54. (2016) 821-830. doi: 10.3233/JAD-160405 <http://www.j-alz.com/vol54-2>, PMID: 27567850

Selivanova O. M., Glyakina A. V., Gorbunova E. Yu., Mustaeva L. G., Suvorina M. Yu., Grigorashvili E. I., Nikulin A. D., Dovidchenko N. V., Rekstina V. V., Kalebina T. S., Surin A. K., Galzitskaya O. V. Structural model of amyloid fibrils for amyloidogenic peptide from Bgl2p – glucantransferase of *S. cerevisiae* cell wall and its modifying analogue. New morphology of amyloid fibrils // *Biochim Biophys Acta*, (2016) 1864 (11). 1489–1499

Sogorin E. A., Agalarov S. Ch., Spirin A. S. Inter-polysomal coupling of termination and initiation during translation in eukaryotic cell-free system // *Scientific Reports*, (2016) 6. 24518, doi: 10.1038/srep24518.

Tishchenko S., Gabdulkhakov A., Melnik B., Kudryakova I., Latypov O., Vasilyeva N., Leontievsky A. Structural Studies of Component of Lysoamidase Bacteriolytic Complex from *Lysobacter* sp. XL1 (2016) // *The Protein Journal*, 35 (1), P. 44–50.

Вместо имен вездле должны быть инициалы.

Vorontsov I. E., Khimulya G., Lukianova E. N., Nikolaeva D. D., Eliseeva I. A., Kulakovskiy I. V., Makeev V. J. Negative selection maintains transcription factor binding motifs in human cancer. // *BMC Genomics*. (2016). 17 Suppl 2:395

Zolotarev N., Fedotova A., Kyrchanova O., Bonchuk A., Penin A. A., Lando A. S., Eliseeva I. A., Kulakovskiy I. V., Maksimenko O., Georgiev P. (2016). Architectural proteins Pita, Zw5, and ZIPIC contain homodimerization domain and support specific long-range interactions in *Drosophila*. // *Nucleic Acids Res.* 2016. 44 (15): 7228-41. doi: 10.1093/nar/gkw371

Опубликовано: 3 книги и 65 статей, в том числе 41 статья в зарубежных изданиях.

ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ КЛЕТКИ РАН

Директор – член-корреспондент РАН Е. Е. Фесенко

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Разработан алгоритм для идентификации ключевых аминокислотных остатков, ответственных за повышение или понижение термостабильности белка. Смоделировано динамическое поведение ферментов: инулиназ, пероксиредоксинов, липаз и деоксигеназ, выявлены аминокислотные остатки, которые являются ответственными за формирование фермент-субстратного комплекса (д.ф.-м.н. Н. Н. Хечинашвили, д.ф.-м.н. М. С. Кондратьев).

На уровне ДНК-белковых взаимодействий и образования гетеродимеров регуляторов транскрипции EcuR и UcuR выявлены новые механизмы, обеспечивающие адаптацию *E.coli* в условиях культивирования с различными источниками углеводов (д.б.н. О. Н. Озолин, к.б.н. М. Н. Тутукина).

Методом эмиссионной ИК-Фурье-спектроскопии зарегистрированы фотоиндуцированные структурные перестройки в растворах аминокислот, обусловленные гидрофобными взаимодействиями (д.б.н. Е.А. Дегтярева, д.ф.-м.н. Е. Л. Терпугов).

Определены физические характеристики ДНК, оказывающие влияние на эффективность инициации транскрипции, которые можно количественно оценить исходя из нуклеотидной последовательности, разработаны алгоритмы, позволяющие идентифицировать функционально различные участки генома (к.ф.-м.н. А. А. Сорокин).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Проведено сравнительное исследование криозащитной эффективности липосом из фосфатидилхолина и смесей фосфолипидов растительного происхождения. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации условий криоконсервации биологических объектов (к.б.н. Н. В. Шишова, к.б.н. Е. Е. Фесенко [мл.]).

Для исследования роли стрессовых белков в миграции и инвазии опухолевых клеток и разработки способов блокирования этих процессов получены рекомбинантные полноразмерные БТШ90-альфа и БТШ90-бета человека и их фрагменты; впервые показано, что поверхностные клеточные гепарансульфат-протеогликаны участвуют в миграции и инвазии опухолевых клеток *in vitro*, стимулированной белком теплового шока БТШ90 (д.б.н. О. С. Моренков).

Исследовано влияние инкапсулированного в полиэлектролитные микрокапсулы (ПЭМК) белка БТШ70 на апоптоз и продукцию активных форм кислорода (АФК) нейтрофилов, а также секрецию фактора некроза опухолей TNF α промоноцитарными клетками человека. Установлено, что инкапсулированный БТШ70 снижает индуцированную липополисахаридами продукцию АФК нейтрофилами и секрецию TNF α клетками ТНР-1. Полученные результаты позволяют рассматривать возможность использования ПЭМК для эффективной доставки в клетки белка БТШ70 при его возможном терапевтическом применении (д.б.н. М. Г. Винокуров, к.б.н. М. М. Юринская).

На экспериментальной модели ишемического-реперфузионного поражения (И-Р) тонкого кишечника и сосудов брыжейки показана высокая протекторная эффективность пероксиредоксина 6 (Prx 6) по защите тканей сосудов и кишечника от ишемии, которая проявляется в сохранении миогенного тонуса и уменьшении поражения эндотелиальных клеток. Выявлены усиление экспрессии генов NO-синтаз и изменение метаболизма оксида азота. Протекторный эффект Prx 6 в сосудистой и кишечной ткани связан с его пероксидазной активностью и приводит к уменьшению апоптоза, увеличению регенеративной способности ткани и нормализации уровня экспрессии генов ферментов-антиоксидантов, что является критерием снижения гиперпродукции АФК при И-Р (д.б.н. В. И. Новоселов).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Выявлены молекулярные маркеры диабета у животных (мыши) на разных стадиях развития патологии. Было установлено, что предиабет вызывает уменьшение концентрации цитокинов IL-4, IL-5 и IL-10, а у диабетных мышей уменьшается уровень IFN-gamma, IL-6, TNF-alpha и IL-10. Эти результаты доказывают, что для предиабета характерно снижение активности Th2 и Treg популяций Т-клеток, но не Th1 лимфоцитов. Напротив, при развитом диабете наблюдали снижение активностей Th1 и Tregs, но не Th2 лимфоцитов. Установлено защитное действие ряда иммуномодуляторов, приводящее к нормализации иммунного статуса, снижению гибели панкреатических бета-клеток и уменьшению степени гипергликемии (д.б.н. Е. Г. Новоселова).

Показано, что изменения уровня экспрессии циклин-зависимых протеинкиназ в мозге зимоспящих животных (*Spermophilus undulatus*), находящиеся в состоянии гипотермии и выхода из нее, по-разному проявляются в различных структурах мозга. Достоверное понижение уровня экспрессии Cdk1, Cdk2 и Cdk4 при спячке и его восстановление в период выхода из нее наиболее ярко проявляются в гиппокампе (к.б.н. Н. М. Захарова).

Исследовано количество фосфолипидов и нейтральных липидов (холестерина, жирных кислот, моно-и диглицеридов) в ядрах печени якутского суслика в летний период и в состоянии гибернации. Получены приоритетные данные о росте количества фосфолипидов и холестерина ядер как способе адаптации печени млекопитающих к действию естественного и искусственного гипобиоза (д.б.н. И. К. Коломийцева).

Выявлены механизмы регуляции синхронной активности нейронов в культуре клеток гиппокампа крысы ГАМК-ергическими нейронами, содержащими Ca^{2+} -связывающие белки. Показано, что интернейроны, содержащие Ca^{2+} -связывающие белки, могут быть идентифицированы по форме Ca^{2+} -сигнала в ответ на деполяризацию или активацию ионотропных глутаматных рецепторов; Ca^{2+} -связывающие белки участвуют в рассинхронизации спонтанных пульсаций Ca^{2+} (д.б.н. В. П. Зинченко).

На культуре нервных клеток получены приоритетные данные о механизмах индукции и регуляции процесса удаления поврежденных митохондрий. Показано, что индукция митофагии активируется при закислении внутриклеточной среды разобщителями митохондриального дыхания (д.б.н. В. П. Зинченко, к.б.н. А. В. Бережнов).

Определен спектр пуринорецепторов мезенхимных стромальных клеток (МСК) из жировой ткани человека, отвечающих за генерацию Ca^{2+} ответов на ADP, UTP и ATP; на уровне экспрессии генов охарактеризованы Ca^{2+} -активируемые ионные каналы (д.б.н. С. С. Колесников).

Определены параметры импульсно-модулированного ЭМИ КВЧ, оказывающего радиозащитное действие при воздействии рентгеновского излучения на лейкоциты крови мыши (д.ф.-м.н. А. Б. Ганеев).

Исследовано модулирующее действие агонистов никотиновых холинорецепторов на адгезию и генерацию активных форм кислорода, активированных в гранулоцитах мыши через рецепторы формилпептидов (к.б.н. В. Г. Сафронова).

С использованием гидродинамической модели сердечно-сосудистой системы человека показано, что периодическая и аperiodическая модуляция как жесткости стенок насоса, так и порога срабатывания его клапанов, формирует низкочастотные колебания давления и скорости кровотока артериальной части сердечно-сосудистого русла (д.б.н. Н. К. Чемерис, к.ф.-м.н. А. В. Танканаг).

Основные публикации

Berezhnov A. V., Soutar M. P., Fedotova E. I., Frolova M. S., Plun-Favreau H., Zinchenko V. P., Abramov A. Y. Intracellular pH Modulates Autophagy and Mitophagy // J Biol Chem. 2016, V. 291 (16). P. 8701–8708.

Bobkova N., Vorobyov V., Medvinskaya N., Nesterova I., Tatarnikova O., Nekrasov P., Samokhin A., Deev A., Sengpiel F., Koroev D., Volpina O. Immuni-

zation against specific fragments of neurotrophin p75 receptor protects forebrain cholinergic neurons in the olfactory bulbectomized mice // *Journal of Alzheimer's Disease* 2016. V. 53 (№ 1). P. 289–301

Bunkin N. F., Shkirin A. V., Lyakhov G. A., Kobelev A. V., Penkov N. V., Ugraitskaya S. V., and Fesenko E. E. Jr. Droplet-like heterogeneity of aqueous tetrahydrofuran solutions at the submicrometer scale // *J. of Chemical Physics*. 2016, V.145 (18). P. 184501

Cherkashin A. P., Kolesnikova A. S., Tarasov M. V., Romanov R. A., Rogachevskaja O. A., Bystrava M. F., Kolesnikov S. S. Expression of calcium-activated chloride channels Ano1 and Ano2 in mouse taste cells // *Pflugers Arch*. 2016, 468 (2): P. 305–319.

Dolgacheva L. P., Turovsky E. A., Turovskaya M. V., Dynnik V. V., Zinchenko V. P., Goncharov N. V., Davletov B. Angiotensin II activate different calcium signaling pathways in adipocytes. II activates different calcium signaling pathways in adipocytes // *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2016/ 593: 38–49

Grinevich A. A., Tankanag A. V., Chemeris N. K. The role of hydrodynamic parameters in the forming of low-frequency oscillations in arterial blood pressure in human // *Mathematical Biology and Bioinformatics*. 2016, V. 11 (2). P. 233–244.

Karanova, M. V. Identification of Phosphoethanolamine and Phosphoserine in the Brain of the Pond Fish *Perccottus Glehni* (Eleotridae, Perciformes, Dyb. 1877) // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2016, V.46 (7). P. 803–807/

Kataev A. A., Zherelova O. M., Grishchenko V. M. A Characeae Cells Plasma Membrane as a Model for Selection of Bioactive Compounds and Drugs: Interaction of HAMLET Like Complexes with Ion Channels of *Chara corallina* Cells Plasmalemma // *J Membrane Biol.*, 2016. P. 1–11, DOI 10.1007/s00232-016-9930-1

Kuvichkin V. V. DNA-Lipids-Me²⁺ Complexes Structure and their Possible Functions in a Cell // *Journal of Chemical Biology & Therapeutics*. 2016, V. 1 (1). P. 105–111.

Novoselova E. G., Glushkova O. V., Lunin S. M., Khrenov M. O., Novoselova T. V., Parfenyuk S. B., Fesenko E. E. Signaling, stress response and apoptosis in pre-diabetes and diabetes: Restoring immune balance in mice with alloxan-induced type 1 diabetes mellitus // *International Immunopharmacology*. 2016, V. 31. P. 24–31.

Roshchina V. V. The fluorescence methods to study neurotransmitters (biomediators) in plant cells // *Journal of Fluorescence*. 2016, V.26 N 3. P. 1029–1043. DOI 10.1007/s10895-016-1791-6.

Safronova V. G., Vulfus C. A., Shelukhina I. V., Mal'tseva V. N., Berezhnov A. V., Fedotova E. I., Miftahova R. G., Kryukova E. V., Grinevich A. A., Tsetlin V. I. Nicotinic receptor involvement in regulation of functions of mouse neutrophils from inflammatory site // *Immunobiology*. 2016. V. 221 (7). P. 761–772.

Turovsky E., Theparambil S. M., Kasymov V., Deitmer J. W., Del Arroyo A. G., Ackland G. L., Corneveaux J. J., Allen A. N., Huentelman M. J., Kasparov S., Marina N., Gourine A. V. Mechanisms of CO₂/H⁺ sensitivity of astrocytes // *Journal of Neuroscience*. October 19, 2016. 36 (42): 10750–10758.

Yurinskaya M. M., Kochetkova O. Yu., Shabarchina L. I., Antonova O. Yu., Suslikov A. V., Evgen'ev M. B., Vinokurov M. G. Encapsulated Hsp70 decreases endotoxin-induced production of ROS and TNF α in human phagocytes // *Cell Stress and Chaperones*. 2016, DOI 10.1007/s12192-016-0743-z.

Tutukina M. N., Potapova A. V., Cole J. A., Ozoline O. N. Control of hexuronate metabolism in *Escherichia coli* by the two interdependent regulators, ExuR and UxuR: derepression by heterodimer formation // *Microbiology* (2016), 162. 1220–1231.

Vekshin N. L., Kovalev V. I. Nucleotide carriers for antitumor actinomycin antibiotics // *J. Biochem*. 2016, V.159 N 1. P. 59–66.

Варламова Е. Г., Гольтязев М. В., Фесенко Е. Е. Экспрессия генов человеческого селенпротеинов selk, selm, sels, selv и grx-6 в различных линиях культуры клеток тимуса // Доклады Академии наук. 2016, 488. 203–205.

Карадулева Е. В., Мубаракишина Э. К., Шарапов М. Г., Волкова А. Е., Пименов О. Ю., Равин В. К., Кокос Ю. М., Новоселов В. И. Кардио-протекторный эффект модифицированных пероксиредоксинов при ретроградной перфузии изолированного сердца крысы в условиях окислительного стресса // Бюлл. эксп. биол. мед. 2016, 160. 584–588.

Коломийцева И. К., Лахина А. А., Маркевич Л. Н., Фесенко Е. Е. Жирные кислоты и холестерин в ядрах клеток печени гибернирующего якутского суслика // Доклады Академии наук. 2016, Т. 470 (№ 5). С. 599–602.

Кондратьев М. С., Кабанов А. В., Холявка М. Г., Шарапов М. Г., Хечинашвили Н. Н. Компьютерное обоснование точечного мутагенеза пероксиредоксина 6 человека с целью повышения его термостабильности // Биофизика, 2016, Т. 61, № 1. С. 18–21.

Новиков В. В., Яблокова Е. В., Фесенко Е. Е. Влияние слабых магнитных полей на продукцию активных форм кислорода в нейтрофилах // Биофизика, 2016, Т. 61 (6). С. 1159–1163.

Онуфриев М. В., Семенова Т. П., Волкова Е. П., Яковлев А. А., Сергункина М. А., Захарова Н. М., Гуляева Н. В. Особенности экспрессии белка Cdk1 и циклина B1 в головном мозге якутских сусликов (*Spermophilus undulatus*) на разных этапах гибернационного цикла // Нейрохимия. 2016, Т. 33 (2). С. 112–121.

Снигирева А. В., Врублевская В. В., Скарга Ю. Ю., Моренков О. С. Роль мембрано-ассоциированных белков теплового шока Hsp90 в миграции опухолевых клеток *in vitro* и участие клеточных гепаран-сульфатов в связывании этих белков на плазматической мембране // Биофизика. 2016, Т. 61, вып. 2. С. 328–336.

Опубликовано: 1 монография, 2 главы в монографиях, 148 статей, в том числе 47 статей в зарубежных журналах, 98 статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus.

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ им. Г. К. СКРЯБИНА РАН

Директор – член-корреспондент РАН А. М. Боронин

Направление 52. Биологическое разнообразие

На основе анализа фрагмента ДНК (~1500 п.н.), включающего tandemно расположенные участки (ITS1, ген 5,8S рРНК, ITS2), традиционно используемые в реконструкции филогении грибов в таксономических целях, и, дополнительно, варибельные регионы D1, D2 и D3 гена большой субъединицы рРНК, надежно установлено филогенетическое положение большой группы экстремотолерантных грибов, в т. ч., изолированных из экосистем Арктики и Антарктики, а также выявлено несколько новых филогенетических кластеров на всех уровнях таксономической иерархии (от рода до порядка) в составе класса Leotiomycetes О. Е. Erikss. & Winka 1997 (д.б.н. С. М. Озерская).

Впервые методами метагеномики (анализ гипервариабильного региона V3/V4 гена 16S rRNA) изучено разнообразие бактерий в образцах многолетнемерзлых пород Сибири возраста 1,8–2 млн лет. Выявлены представители 21 филума домена Bacteria, относящиеся к 43 классам, 88 порядкам, 194 семействам и более чем к 437 родам и 716 видам. Полученные данные и результаты изучения образцов методами культуromики свидетельствуют о длительной сохранности широкого спектра таксономического разнообразия в древних многолетнемерзлых отложениях (к.б.н. Е. Б. Кудряшова, к.б.н. Е. В. Аriskина).

Проведены секвенирование, сборка и аннотирование полного генома (GenBank No MBFF00000000) штамма ВКМ Ас-2676, выделенного из почвы Туркменистана и отнесенного к новому виду рода *Modestobacter*. Выявлены гены устойчивости к неблагоприятным условиям пустынных мест обитания, в том числе гены белков теплового и холодового шока, ферментов биосинтеза трегалозы (играющей ключевую роль в защите клеток от высыхания), а также гены, вовлеченные в механизмы защиты клеток от ультрафиолетового излучения (д.б.н. Л. И. Евтушенко).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Изучены факторы биогенеза внешнемембранных везикул *Lysobacter*, исследован лечебный потенциал везикул, сконструирован липосомальный препарат на основе фосфолипидов и литической протеазы Л5. Выявлен литический эффект препарата Лизоамидаза в отношении клинических изолятов множественно-устойчивых к антибиотикам бактериям. Установлена перспективность использования везикул в качестве модели для создания антимикробных препаратов нового поколения (к.б.н. Н. В. Васильева).

Обнаружена новая активность полифосфатазы PPN1 *Saccharomyces cerevisiae*, отщепление фосфата от дезоксиаденозинтрифосфата, которая составляла около 14% от активности с высокомолекулярными неорганическими полифосфатами и в несколько раз возрастала в клетках-трансформантах,

сверхэкспрессирующих PPN1. Вовлечение этого фермента в катаболизм нуклеозидтрифосфатов свидетельствует в пользу гипотезы об участии этого белка в процессах, связанных с регуляцией клеточного цикла и скорости роста дрожжей, в первую очередь, в стрессовых условиях (д.б.н. Т. В. Кулаковская).

У штаммов ВКМ, относящихся к роду *Aspergillus* секции *Usti*, выявлено 15 вторичных метаболитов, относящихся к различным классам органических веществ, таких как дримановые сесквитерпеноиды, изохинолиновые алкалоиды, антрахиноновые пигменты версиколориновой группы (аверуфин, версиколорин С) и меротерпеноиды (д.б.н. А. Г. Козловский).

Впервые у представителей вида *A. calidoustus* обнаружена продукция десферритриацетилфузигена. Для всех идентифицированных вторичных метаболитов известна разнообразная биологическая активность. С использованием спектра вторичных метаболитов проведена реидентификация 17 из 22 изученных штаммов (д.б.н. А. Г. Козловский).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Получен сополимер 2,5-дигидроксibenзойной кислоты и желатина с участием фермента лакказы в качестве катализатора, обладающий высокой антивирусной активностью и низкой токсичностью в отношении клеточных культур. Изучен механизм противовирусной активности сополимера желатина и 2,5-дигидроксibenзойной кислоты в отношении вируса болезни Ауэски – сополимер не влияет на сам вирус и проникновение в клетку, но предотвращает его сорбцию на клеточной поверхности (к.б.н. А. В. Лисов).

Установлено, что в результате атаки клеток крови гемолизином II в низких концентрациях гибель может идти как по пути программируемой клеточной смерти (апоптоза), так и некроза, в то время как при высоких концентрациях гемолизина II гибель клеток происходит в основном за счет некроза. Чувствительность форменных элементов крови к действию гемолизина II зависит от их происхождения – при воздействии гемолизина II на эритроциты различных млекопитающих обнаружены заметные различия в эффективности гемолиза (к.б.н. А. С. Солонин).

Изучены ферменты катаболизма ортофосфатов и лигнинцеллюлозы, определяющие деградацию ортофосфата и лигнина, которые являются основой для разработки технологий биодеструкции устойчивых токсичных поллютантов и биоремедиации загрязненных природных сред. Впервые разработана схема выделения и очистки до электрофоретически гомогенного состояния ферментов нового фосфонатажного пути катаболизма важнейшего гербицида глифосата. (д.б.н. А. А. Леонтьевский).

Направление 62. Биотехнология

Исследован метаболический профиль стероидов, и изучена дифференциальная экспрессия генов фитостеринтрансформирующих непатогенных микобактерий, продуцирующих 9 α -гидроксиандростендион. Разработан микробиологический синтез стереоизомеров 7 α - и 7 β -гидроксилированных производных тестолоктона и тестолоктона – важных стероидных соеди-

нений, перспективных для терапии гормонозависимых форм рака молочной железы и простаты. Результаты важны для понимания особенностей регуляции катаболизма стероидов у микобактерий (д.б.н. М. В. Донова).

Разработаны методологические основы функционирования биосенсорных и биоэнергетических систем на основе электродов, полученных методами микро- и нанoeлектроники. Создан лабораторный стенд для изучения электрохимических характеристик БТЭ. Разработана методика формирования электродов микробных биотопливных элементов (МБТЭ) (на основе клеток *Gluconobacter* и их фрагментов), изготовленных из наноматериалов. Показана возможность функционирования МБТЭ в организме животного – впервые в мировой практике МБТЭ имплантирован в организм лягушки и зарегистрирована генерация разности потенциалов при окислении глюкозы встроенным МБТЭ (д.х.н. А. Н. Решетилов).

Путем трансформации реципиентного штамма *Penicillium verruculosum* плазмидами, несущими ген гетерологичной термостабильной ксиланазы, получены новые комплексные целлюлазы и гемицеллюлазы, содержащие β-1,4-ксилианазы (не менее 30% от общего количества секретируемых ферментов), исследована их гидролитическая способность по отношению к природному сырью (к.б.н. В. А. Немашкалов).

Основные публикации

Shushkova T. V., Vinokurova N. G., Baskunov B. P., Zelenkova N. F., Sviridov A. V., Ermakova I. T., Leontievsky A. A. Glyphosate acetylation as a specific trait of *Achromobacter* sp. kg 16 physiology // *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2016. V. 100, N 2. P. 847–855.

Kamzolova S. V., Allayarov R. K., Lunina J. N., Morgunov I. G. The effect of oxalic and itaconic acids on three-ds-isocitric acid production from rapeseed oil by *Yarrowia lipolytica* // *Bioresource Technology*. V. 206. P. 128–133.

Shcherbakova V., Yoshimura Y., Ryzhmanova Y., Taguchi Y., Segawa T., Os-hurkova V., Rivkina E. Archaeal communities of arctic methane-containing permafrost // *FEMS Microbiology Ecology*. 2016. V. 92. N 10.

Kulichevskaya I. S., Ivanova A. A., Suzina N. E., Rijpstra I. et al. *Paludisphaera borealis* gen. nov., sp. nov., a hydrolytic planctomycete from northern wetlands, and proposal of *Isosphaeraceae* fam. nov. // *Intern. J. Syst. Evol. Microbial*. V. 66. N 2. P. 837–844.

Danilova O. V., Suzina N. E., Jodie Van de Kamp, Mette M. Svenning, Levente Bodrossy, Dedysh S. N. A new cell morphotype among methane oxidizers: a spiral-shaped obligately microaerophilic methanotroph from northern low-oxygen environments // *ISME Journal*. 2016. V. 10. Is. 11. P. 2734–2743.

Rodriguez-Garcia A., Fernandez-Alegre E., Morales A., Dovbnaya D., Donova M.V. et al. Complete genome sequence of *Mycobacterium neoaurum* NRRL B-3805, an androstenedione (AD) producer for industrial biotransformation of sterols // *Journal of Biotechnology*. 2016. V. 224. P. 64–65.

Skoblikov N. E., Zimin A. A. Hypothesis of lithocoding: origin of the genetic code as a «double jigsaw puzzle» of nucleobase-containing molecules and amino acids assembled by sequential filling of apatite mineral cellules // *Journal of Molecular Evolution*. V. 82. N. 4–5. P. 163–172.

Reshetilov A. N., Plekhanova Y. V., Dubrovskii A. V., Tikhonenko S. A. Detection of urea using urease and paramagnetic Fe₃O₄ particles incorporated into Polyelectrolyte microcapsules // *Process Biochemistry*. 2016. V. 51. N 2. P. 277–281.

Gutorov M. A., Emets V. V., Klyuev A. L., Andreev V. N., Reshetilov A. N. Electrochemical analysis of template-free DNA synthesis: Lowering pH and the active component of the impedance spectrum // *Protection of metals and physical chemistry of surfaces*. 2016. V. 52. N 4. P. 684–688.

Kamzolova S. V.; Morgunov I. G. Biosynthesis of pyruvic acid from glucose by blastobotrys adenivorans // *Applied Microbiology and Biotechnology*. V. 100, N 17. P. 7689–7697.

Dmitriev V. V., Crowley D. E., Zvonarev A. N., Rusakova T. G., Negri M. C., Kolesnikova S. A. Modifications of the cell wall of yeasts grown on hexadecane and under starvation conditions // *Yeast*. 2016. V. 32. Is. 2. P. 55–62.

Лукашева Е. В., Аринбасарова А. Ю., Меденцев А. Г. Особенности микробных оксидаз L-аминокислот // *Acta naturae* (русскоязычная версия). 2016. Т. 2. № спецвыпуск. С. 50.

Булахов А. Г., Гусаков А. В., Чекушина А. В., Самрутдинов А. Д., Кошелев А. В., Матыс В. Ю., Синецын А. П. Получение гомогенных полисахаридно-нооксигеназ из грибных источников и изучение их синергизма с целлюлазами при действии на целлюлозу // *Биохимия*. 2016. № 5. С. 702–711.

Делеган Я. А., Ветрова А. А., Титок М. А., Филонов А. Е. Разработка консорциума термотолерантных бактерий как основы биопрепарата для ремедиации нефтезагрязненных грунтов и вод в жарком климате // *Биотехнология*, 2016. № 1. С. 53–64.

Козловский А. Г., Антипова Т. В., Желифонова В. П., Баскунов Б. П., Кочкина Г. А., Озерская С. М. Экзометаболиты грибов секции *Chrysogena* рода *Penicillium*, выделенных из низкотемпературных экотопов // *Микробиология*. 2016. Т. 85. № 2. С. 145–153.

Делеган Ю. А., Ветрова А. А., Акимов В. Н., Титок М. А., Филонов А. Е., Боронин А. М. Термотолерантные бактерии-нефтедеструкторы, выделенные из грунтовых и водных образцов географически удаленных районов // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2016. Т. 52. В. 4. С. 389–396.

Решетиллов А. Н., Китова А. Е., Мачулин А. В., Тарасов С. Е., Гуторов М. А., Алферов С. В., Колесов В. В., Готовцев П. М., Василев Р. Г. Биосенсор на основе клеток *Glucanobacter* и терморасширенного графита // *Сенсорные системы*. 2016. Т. 30. № 4. С. 351–354.

Опубликовано: 92 статьи, в том числе 53 в зарубежных изданиях, 1 книга, 1 учебное пособие, 3 главы в книгах, получено 2 патента.

ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН

Директор – доктор биологических наук И. П. Белецкий

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Показано участие сигнальных каскадов транскрипционного фактора NF- κ B и сигнального комплекса 1 белка mTOR (TORC1) в приобретении устойчивости лейкозных клеток к рецептор-опосредованному апоптозу и к лекарственным препаратам в многоклеточных структурах.

Показано, что ингибирование только группы антиапоптотических белков семейства Bcl-2–Bcl-2, Bcl-XL, Bcl-w, Bfl-1 и Mcl-1 существенно подавляет устойчивость лейкозных клеток к TRAIL-опосредованному апоптозу и апоптозу, индуцированному ингибиторами топоизомераз в многоклеточных структурах.

Показаны специфические различия в скорости пролиферации предсердных и желудочковых фибробластов человека (ЖФЧ), при этом показано симвастатин-опосредованное ингибирование пролиферации ЖФЧ через HMG-CoA-редуктазный путь, обратимо снимаемое добавлением мевалоновой кислоты (д.ф.-м.н. В. С. Акатов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Изготовлен образец мультиферментных сенсоров и микрореакторов, представляющий собой комбинацию противоположно заряженных полиэлектролитных слоев и микрокапсул с ферментом. Исследованы возможности мультиферментных систем, определяющих вещества в биологических жидкостях (кровь, моча). Разработана и протестирована программа для численного отображения определяемых концентраций двух метаболитов крови (к.б.н. М. Г. Фомкина).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатике

При изучении изоформного состава и функциональных свойств мышечных белков в норме, при адаптационных и патологических процессах с помощью набора методов, включающих флуоресцентный анализ, спектрофотометрию, круговой дихроизм, динамическое светорассеяние, рентгеновскую дифракцию, конфокальную, электронную и атомно-силовую микроскопию, показано, что гигантский белок тайтин/титин поперечно-полосатых и гладких мышц формирует *in vitro* амилоидные агрегаты. Выявлен токсический эффект амилоидов тайтина на культуре гладкомышечных клеток. Полученные результаты указывают на возможное участие тайтина в формировании цитотоксичных агрегатов *in vivo* при развитии амилоидозов (д.б.н. И. М. Вихлянцева).

Исследование нейропротекторного действия противовоспалительного цитокина ИЛ-10 на индуцируемые гипоксией повреждения нейронов показало,

что, в отличие от клеток иммунной системы, свое протектирующее действие ИЛ-10 в нейронах реализует без участия внутриклеточного сигнального пути PI3K/Akt. Тем самым подтверждается неканоническое действие этого интерлейкина на нейроны, указывая на необходимость определения других внутриклеточных посредников эффектов ИЛ-10.

В условиях эксайтотоксического повреждения нейронов гиппокампа, вызванного каинамом, показана реципрокная зависимость между активностью метаболитных рецепторов глутамата (мГлуР) и уровнем их экспрессии. Это позволяет прогнозировать эффективность применения лигандов для пре- и постсинаптических мГлуР в качестве нейропротекторов в условиях глутаматной эксайтотоксичности (*д.б.н. В.И. Архипов*).

В 2016 году на основе данных термодинамических параметров белков были использованы параметры гидратации при температуре 298 К и оценены численные значения величин энтальпии, свободной энергии и энтропии этих белков в газовой фазе. Проведены статистические исследования зависимости частоты разрывов связей от нуклеотидной последовательности ДНК, что позволяет оценить погрешности экспериментальных процедур при определении первичных структур ДНК. Исследованы рост клеток на различных полимерах и открепление слоев клеток от них. Выполнены эксперименты по длительному синхронному мониторингу минутных значений пульса и биохимических показателей крови; описана существенная роль ряда биохимических факторов в развитии процесса адаптации организма к вариациям геомагнитного поля. Проведено сравнительное изучение метода всех сочетаний и метода минимальных покрытий, а также гистограммного метода. Исследованы внутрисуточные периоды во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада, и показана их связь с длинноволновой частью спектра собственных колебаний Земли. Описаны новые аспекты решения задачи преломления фронтов автоволн на границе раздела двух однородных участков активной среды. Найдены проявления универсальной системы утраивающихся периодов в широком спектре природных и технических систем. Описан характер генетической изменчивости у *R. risa* с Европы, Дальнего Востока, Японии, Кореи и Тайваня. Выполнен анализ биоакустических параметров сигналов *R. risa* в сравнении с генетическими результатами. Определены механизмы изоляции у близкородственных *Astroscephalus dumetorum* и *Astroscephalus orinus*.

На основе созданной базы данных и найденных правил узнавания белком специфических участков ДНК могут быть спроектированы лекарственные средства для лечения генетических заболеваний.

Российскому предприятию, производящему приборы медицинского назначения, отправлены в рамках конкурса «ИДЕЯ-2016» значения эффективных частот для магнитотерапии и УВЧ-терапии, полученные в результате изучения универсальной системы утраивающихся периодов (*д.ф.-м.н. Р. В. Полозов*).

Пограничные мембраны между фазами являются сетью из трехмерных белковых ячеек, заполненных липидами с примесью связанной воды. Как в модельных, так и в натуральных экспериментах на молекулярном и клеточном уровне были выявлены агенты, которые могут повышать или понижать ста-

бильность границ между фазами. В частности, было показано, что стабилизирующими агентами являются таксифолин и кемпферол, которые ускоряют процесс формирования фибрилл сети, а кверцетин и мирицетин тормозят процесс агрегации белка и препятствуют формированию фибрилл. Кинетикой изменения границ можно управлять не только меняя химический состав агентов, но с помощью физических воздействий (электромагнитные облучения, температура, давление). Разработана кинетическая модель, которая охватывает основные молекулярные события в сетях, включая белок-белковые взаимодействия, активацию и деактивацию GTPases, фосфорилирование и дефосфорилирование, а также регуляцию обратными связями. Способы повышения/понижения барьеров, поддерживающих устойчивость границ-мембран, имеют прикладное значение в качестве инструментария для современной медицины, клеточной и тканевой инженерии, а также при искусственном оплодотворении для сохранения исчезающих видов живых организмов (что было показано на примере амфибий) (чл.-к. Г. Р. Иваницкий).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий.

Программа фундаментальных научных исследований Президиума РАН «Фундаментальные исследования для разработки медицинских технологий»

Проект «Разработка тканеинженерных некальцифицирующихся биоматериалов для протезирования и реконструкции в сердечно-сосудистой хирургии». За счет модифицированного авторского способа подавления способности к кальцинозу и иммуногенности материалов донорского происхождения получены образцы двух видов перспективных материалов для потенциального использования в реконструктивной сердечно-сосудистой хирургии. В модельных условиях *in vitro* и *in vivo* показано, что данные материалы обладают выраженной полярностью поверхностей, выраженным эффектом биоинтеграции в организме реципиента и не подвергаются патологическому асептическому кальцинозу даже через 13 недель гетеротопической имплантации крысам. При ортотопической имплантации в системный кровоток свиньям (на 6 мес.) показано, что разработанный материал на основе расслоенного перикарда обладает выраженной степенью биоинтеграции, биосовместимости, не обладает тромбогенными свойствами и не подвергается кальцинозу в организме реципиента (д.ф.м.н. В. С. Акатов).

Основные публикации

Mukherjee R., Mareninova O. A., Odinokova I. V., Huang W., Murphy J., Chvanov M., Javed M. A., Wen L., Booth D. M., Cane M. C., Awais M., Gavillet B., Pruss R. M., Schaller S., Molkentin J. D., Tepikin A. V., Petersen O. H., Pandol S. J., Gukovsky I., Criddle D. N., Gukovskaya A. S., Sutton R. and NIHR Pancreas Biomedical Research Unit. Mechanism of mitochondrial permeability transition pore induction and damage in the pancreas: inhibition prevents acute pancreatitis by protecting production of ATP // Gut, 2016, V. 65/ P. 1333–1346. Импакт-фактор 14.921.

Scialò F., Sriram A., Fernández-Ayala D., Gubina N., Löhmus M., Nelson G., Logan A., Cooper H. M., Navas P., Enríquez J. A., Murphy M. P., Sanz A. Mitochondrial ROS Produced via Reverse Electron Transport Extend Animal Lifespan. *Cell Metab.* 2016. V. 23, N. 4. P. 725–734. Импакт-фактор 17.303.

Dzhoyashvili N. A., Thompson K., V. Gorelov A. V., Rochev Yu. A. Film Thickness Determines Cell Growth and Cell Sheet Detachment from Spin-Coated Poly (N-Isopropylacrylamide) Substrates *ACS Appl. Mater. // Interfaces* 2016, V. 8. P. 27564–27572. Импакт-фактор 7.145.

Alekseev A. E., Guzun R., Reyes S., Pison Chr., Schlattner U., Selivanov V. A., Cascante V. Restriction in ATP diffusion within sarcomeres can provoke ATP-depleted zones impairing exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease // *BBA-General Subjects.* 2016. 1860 (10). P. 2269–2278. Импакт-фактор 5.08.

Gongalsky M. B., Osminkina L. A., Pereira A., Manankov A. A., Fedorenko A. A., Vasiliev A. N., Solovyev V. V., Kudryavtsev A. A., Sentis M., Kabashin A. V., Timoshenko V. Y. Laser-synthesized oxide-passivated bright Si quantum dots for bioimaging // *Scientific reports.* 2016, 6. P. 24732. Импакт-фактор 5.525.

Biktashev V. N., Tsyganov M. A. Quasisolitons in self-diffusive excitable systems or Why asymmetric diffusivity obeys the Second Law // *Scientific Reports,* 2016, 6. 30879 (8 pages). Импакт-фактор 5.578.

Abrosimova L. A., Kubareva E. A., Migur A. Yu, Gavshina A. V., Ryazanova A. Yu., Maxim V. Norkin M. V., Perevyazova T. A., Wende W/, Hianik T., Zheleznyaya L. A., Tatiana S. Oretskaya T. S. Peculiarities of the interaction of the restriction endonuclease BspD6I with DNA containing its recognition site // *Biochimica et Biophysica Acta.* 2016, 1864(9):1072–82. Импакт-фактор 5.34.

Опубликовано: всего 216 статей, из них 117 на русском языке в российских журналах и 99 на иностранных языках в зарубежных журналах, одна монография на русском языке.

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПОЧВОВЕДЕНИЯ РАН

Врио директора – член-корреспондент РАН А. О. Алексеев

Направление 54. Почвы как компонент биосферы: формирование, эволюция, экологические функции

Проведена оценка климато-регулирующей функции агрогенных, постагрогенных и естественных экосистем на основе данных многолетнего мониторинга и проведения натурных наблюдений за потоками углерода в системе почва–растение–атмосфера. Были получены оценки скоростей накопления углерода пост-агрогенной эволюции в основных типах почв, которые являются наиболее репрезентативными почвенными типами в таежной, лиственно-лесной, лесостепной, степной и сухостепной зонах. Общий сток углерода в пост-агрогенные экосистемы России в течение последних 23 лет после вывода почв из сельскохозяйственного использования соста-

вил $48,8 \pm 5,4$ и 106 ± 26 Мт С/год для почв и растительных сообществ, соответственно. Дополнительный сток углерода в постагрогенные экосистемы РФ за период их залежного развития компенсировал около 30% годовой промышленной эмиссии CO_2 России (д.б.н. В. Н. Кудеяров, д.б.н. И. Н. Курганова, к.т.н. В. О. Лонес де Гереню).

Изучение дочетвертичных палеопочв палеозоя на территории Центрального девонского поля впервые свидетельствует о развитии, начиная с девона, «зрелых» почв – профилно-дифференцированных, глубоко выветрелых. В период среднего и верхнего девона наземные экосистемы, развитые на данной территории, отличались богатым биоразнообразием. Дифференциация почвенного покрова и растительности обусловлена палеорельефом. Накоплена детальная палеопочвенная запись раннего карбона, что позволило провести количественные палеоклиматические реконструкции для изучения изменений экологических условий наземных экосистем на территории западной части Московской синеклизы (к.б.н. Т. В. Алексеева, д.б.н. А. О. Алексеев).

Климатические изменения является основным фактором, влияющим на минералогический и химический состав палеопочв, что делает их незаменимым архивом, потенциально содержащим ответы на важные вопросы, отражающие значимые этапы эволюции биогеосферных систем в четвертичное время. Базируясь на изучении четвертичных палеопочв, получены количественные параметры состояния окружающей среды в плейстоцене (палеотемпература, палеоосадки, аридность климата). Базируясь на геохимических индексах голоценовых палеопочв, продемонстрирована возможность количественной оценки палеотемператур, что позволяет рассчитать гидротермический показатель индекс аридности и оценить детально сдвиги границ климатических зон на протяжении позднего голоцена на юге Восточно-Европейской равнины (д.б.н. А. О. Алексеев, к.г.-м.н. П. И. Калинин, к.б.н. Т. В. Алексеева).

Впервые установлено, что при фосфатных нагрузках, свойственных техногенно зафосфаченным кислым почвам, связывание фосфат-анионов даже такими неэффективными сорбентами, как оксиды железа (гематит и гетит), сопряжено с локальным образованием аммонийных солей комплексных железозосфорных кислот. Молекулы этих солей склонны к димеризации за счет водородных связей. Димеры имеют кристаллическую структуру в форме «теннисных мячиков». Они способны переходить в жидкую фазу; по-видимому, димеры являются одной из форм миграции фосфора в зафосфаченных кислых почвах (д.б.н. А. Ю. Кудеярова).

Показано, что история развития современных почв включает в себя доголоценовые процессы формирования почвообразующих пород и палеокриогенных признаков (периоды похолодания) и процессы почвообразования в периоды потепления. При рассмотрении динамики современных экосистем в голоцене применительно к почвам необходимо учитывать, что современные почвы в большинстве своем начали формирование задолго до голоцена, в те промежутки природного процесса, когда наступали теплые периоды перехода от плейстоцена к голоцену (д.б.н. В. М. Алифанов, д.б.н. Л. А. Гугалинская, к.б.н. А. Ю. Овчинников).

Установлены закономерности изменений скорости продуцирования CO₂ современными почвами степной зоны и почвами, погребенными в периоды палеоэкологических оптимумов и кризисов. Показано, что эмиссия CO₂ почвами степной зоны снижается при усилении аридизации климата и возрастает в периоды палеоэкологических оптимумов (к.б.н. Т. С. Демкина, к.б.н. А. В. Борисов).

Разработана концепция биологической памяти почв и культурных слоев археологических памятников. Под данным термином применительно к археологическим объектам понимается способность микробного сообщества почвы изменять свою структуру и биологическую активность в результате поступления в почву дополнительных органических субстратов антропогенной природы и сохранять эти изменения неопределенно долгое время. Это позволяет раскрыть информационный потенциал почв и реконструировать особенности бытовой и производственной деятельности древнего населения (к.б.н. А. В. Борисов, к.б.н. М. В. Ельцов, к.б.н. Т. С. Демкина, к.б.н. Т. Э. Хомутова, к.б.н. Т. В. Кузнецова, к.б.н. Л. Н. Плеханова, к.б.н. Е. В. Чернышева, к.б.н. С. Н. Удальцов).

Разработана модель Romul_Hum, в которой деструкция растительного опада и образование органического вещества почвы связаны с деятельностью почвенной фауны. Показано, как модели, описывающие активность почвенной биоты, могут быть включены в моделирование почвенных систем. Новая модель связывает разложение наземного опада с количественным описанием пищевых цепочек почвенной биоты, что представляет собой важный шаг на пути к количественному описанию всей биоты почв и ее роли в стабилизации органического вещества почв (к.б.н. С. С. Быховец, д.ф.-м.н. П. Я. Грабарник, к.б.н. Е. В. Зубкова, к.г.н. И. В. Припутина, к.б.н. В. Н. Шанин, м.н.с. П. В. Фролов).

Исследование разложения крупных древесных остатков (КДО), принадлежащих к пяти стадиям разложения, на содержание функциональных групп методом ЯМР-спектроскопии, показал коренное отличие в механизмах стабилизации органического вещества: в ряду разложения КДО происходило накопление ароматических групп, а в гумусе – накопление алкильных фрагментов за счет уменьшения доли О-алкилов и ароматических соединений. Вероятно, наличие такого механизма для гумуса тесно связано с образованием органо-минеральных комплексов (к.б.н. И. В. Евдокимов).

На основании анализа аннотаций метабеномов пяти образцов вечномерзлых пород получены данные, характеризующие условия формирования многолетнемерзлых отложений различного генезиса на территории от п-ова Гыдан до Колымской низменности; показано, что факт присутствия биогенного метана в отложениях является результатом условий, существовавших на этой территории в позднем плейстоцене, которые определялись микроорганизмами, ответственными за возможность протекания физико-химических реакций: денитрификации, восстановления железа, сульфатредукции, которые могли способствовать понижению редокс-потенциала и возникновению восстановительных условий, благоприятных для развития метаногенных архей и метанобразования (к.г.-м.н. Е. М. Ривкина).

Показано, что важнейшую роль в процессе гумификации растительных остатков (РО) играют скорости минерализации новообразованных органических веществ (ОВ), их стабилизации на минеральных и органоминеральных матрицах почв, которые выполняют не только функцию сохранения стабилизированных ОВ почвы, но и каталитическую и биокаталитическую функции, включая синтез «гумусоподобных» веществ из более простых продуктов трансформации. В эволюционном ряду процесса гумификации установлено увеличение степени и глубины гумификации органического вещества в 2 раза, снижение ароматичности и рост доли алкильных радикалов, особенно заметные за последние 1000 лет. При этом увеличивалось содержание агрегатов с размером частиц 2–0,5 мм, обладающих высокой водоустойчивостью. Адсорбция гуминовых кислот минеральными компонентами почв влияет на физические и химические свойства почв и их компонентов (д.б.н. Д. Л. Пинский, н.с. А. Н. Мальцева, д.с-х.н. Б. Н. Золотарева, к.х.н. Г. Н. Курочкина).

Основные публикации

Благодатская Е. В., Семенов М. В., Якушев А. В. Активность и биомасса почвенных микроорганизмов // М., Товарищество научных изданий КМК, 2016. 243 с.

Чернышева Е. В., Борисов А. В., Коробов Д. С. Биологическая память почв и культурных слоев археологических памятников // М.: ГЕОС. 2016. 240 с.

Алексеева Т. В., Алексеев А. О., Губин С. В. Палеопочвенный комплекс в кровле михайловского горизонта (визейский ярус нижнего карбона) на территории южного крыла Московской синеклизы // Палеонтологический журнал. 2016. № 4. С. 5–20.

Грбарник П. Я. Методы оценивания параметров случайных точечных полей с локальным взаимодействием // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 2. С. 323–332.

Демкина Т. С., Хомутова Т. Э., Кузнецова Т. В., Контобойцева А. А., Борисов А. В. Характеристика микробных сообществ погребенных почв Царицынской оборонительной линии (1718–1720 гг.) // Почвоведение. 2016. № 1. С. 65–78.

Кудярова А. Ю. Изменения в системе химических связей гиббсита под воздействием растворов $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ разной концентрации. Почвоведение. 2016. № 5. С. 564–573.

Курганова И. Н., Лопес де Гереню В. О., Мякшина Т. Н., Сапронов Д. В., Савин И. Ю., Шорохова Е. В. Баланс углерода в лесных экосистемах южного Подмосковья в условиях усиления засушливости климата // Лесоведение. 2016. № 5. С. 332–345.

Лебедева Т. Н., Семенов В. М. Эффективность применения минеральных удобрений под картофель при обычных и экстремальных гидротермических условиях вегетационного периода // Агрохимия. 2016. № 2. С. 51–59.

Припутина И. В., Фролова Г. Г., Быховец С. С., Шанин В. Н., Лебедев В. Г., Шестибратов К. А. Моделирование продуктивности лесных плантаций при разных схемах пространственного размещения деревьев // Математическая биология и биоинформатика. 2016. № 11. С. 245–262.

Решоткин О. В., Худяков О. И. Многолетние изменения атмосферного и почвенного климата европейской лесостепи. Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2. С. 191–194.

Темралева А. Д., Дронова С. А., Москаленко С. В., Дидович С. В. Современные методы выделения, очистки и культивирования почвенных цианобактерий // Микробиология. 2016. Т. 85. № 4. С. 369–380.

Alekseeva T. V., Alekseev A. O., Gubin S. V., Kabanov P. B., Alekseeva V. A. Palaeoenvironments of the Middle-Late Mississippian Moscow Basin (Russia) from multiproxy study of palaeosols and palaeokarsts // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 450. 2016. P. 1–16.

Ananyeva N. D., Rogovaya S. V., Ivashchenko K. V., Vasenev V. I., Sarzhanov D. A., Ryzhkov O. V., Kudryarov V. N. Carbon dioxide emission and soil microbial respiration activity of Chernozems under anthropogenic transformation of terrestrial ecosystems // Eurasian Journal of Soil Science. 2016. V. 5. N. 2. P. 146–154.

Blagodatskaya E., Blagodatsky S., Khomyakov N., Myachina O., Kuzyakov Y. Temperature sensitivity and enzymatic mechanisms of soil organic matter decomposition along an altitudinal gradient on Mount Kilimanjaro // Scientific Reports. 2016. V. 6. P. 2240.

Yevdokimov I., Larionova A., Blagodatskaya E. Microbial immobilisation of phosphorus in soils exposed to drying-rewetting and freeze-thawing cycles // Biology and Fertility of Soils. 2016. V. 52. P. 685–696.

Опубликовано: 3 монографии, 104 статьи, из них 66 на русском языке в российских журналах и 38 на иностранных языках в зарубежных журналах; 86 статей в российских сборниках и 5 статей в зарубежных сборниках; 97 статей в сборниках российских конференций и 25 статей в сборниках зарубежных конференций, одна книга на иностранном языке.

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ БИОЛОГИИ РАН

Директор – академик РАН В. А. Шувалов

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Предложен сценарий бесконфликтного перехода антропосферы в ноосферу для создания нового, более высокого уровня гомеостаза биосферы с учетом численности популяции человека и его потребностей путем повышения первичной биологической продукции (фитомассы) за счет рециклинга третичной антропогенной продукции и высвобождения законсервированных в ней биофильных элементов (*д.б.н. А. С. Керженцев*).

В целях разработки стратегии сохранения биоразнообразия проанализирована динамика численности редких видов растительного и животного мира, проведена сравнительная оценка российского перечня редких видов с Красным списком МСОП (для территории РФ и всего мира в целом) и дана количественная оценка пространственного распределения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов феде-

рального и регионального значения в субъектах Российской Федерации. Показан непрерывный рост числа «краснокнижных» видов, что обусловлено как негативным воздействием антропогенного фактора, так и недостаточностью знаний и не всегда оправданным алармизмом (д.б.н. В. В. Снакин).

Сравнительный анализ температурных условий обитания шести типов растительности на левом и правом берегах реки Оки (в среднем ее течении) позволяет утверждать, что сохранению степных сообществ в лесной зоне способствует «тепловая ловушка». В урочище Долы ксеротермальная ниша на повышениях микрорельефа и склонах южной экспозиции проявляется сильнее, чем в местах обитания остепненных лугов и полян в ПТБЗ или в окрестностях Пущино. Поэтому в урочище Долы условия более благоприятны для развития типично степной растительности, семена которой могут попадать различными путями и приживаются, потому что находят свою экологическую нишу (к.б.н. Н. Н. Зеленская).

Разработана новая модель электротермического тигельного атомизатора-микроколоники для атомно-абсорбционного определения растворенных и взвешенных форм тяжелых металлов в природных водах, и, тем самым, снижены риски загрязнения образцов и потерь аналитов в этих образцах (к.г.-м.н. В. Н. Орешкин).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Показано, что увеличение вязкости среды снижает максимальную скорость Ca^{2+} -зависимой реакции гидролиза АТФ, катализируемой CF_1 или H^+ -АТФазой, при сохранении величины константы Михаэлиса (K_m), тогда как в случае Mg^{2+} -зависимой реакции оно повышает K_m , не меняя максимальную скорость. Результаты дают основание полагать, что кинетические параметры гидролиза и синтеза АТФ *in vivo* должны сильно отличаться от параметров, опубликованных в литературе без учета вязкости стромы (д.б.н. А. Н. Мальян).

С помощью липофильного детектора супероксидных радикалов показано, что супероксидный анион-радикал образуется внутри мембраны изолированных тилакоидов в присутствии природных акцепторов электронов от фотосинтетической электрон-транспортной цепи – ферредоксина и НАДФ⁺ (д.б.н. Б. Н. Иванов).

Получены предварительные данные, свидетельствующие о том, что тушение триплетных состояний реакционных центров фотосинтеза с однократно восстановленным первичным акцептором электрона может протекать по механизму радикал-триплетных пар, снимающему спиновый запрет на прямой возврат триплетов в основное состояние (д.ф.-м.н. И. И. Проскуряков).

Выявлены особенности структурной организации и функционирования фотосинтетического аппарата в тканях внутренней коры лозы винограда, такие как высокое отношение содержания ФС2 к ФС1 и относительно высокая фотохимическая активность ФС2, высокая устойчивость к низким температурам и пониженная приспособленность к яркому свету по сравнению с фотосинтетическим аппаратом листа, а также способность к перераспре-

делению энергии между фотосистемами в условиях изменяющейся освещенности (д.б.н. Т. В. Савченко).

Показано, что из трех классов мобильных элементов (ретротранспозоны, ДНК-транспозоны и МПТЕ-miniature inverted-repeat transposable elements) МПТЕ вносят самый существенный вклад в формирование оперон-подобных кластеров в процессе эволюции растений (к.б.н. А. М. Бутанаев).

Обнаружено, что в растениях арабидопсиса, в которых вследствие нокаута гена отсутствует карбоангидраза альфа-КА4, содержание белка PsbS, протонирование которого стимулирует нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла, превышает его содержание в растениях дикоого типа, и показано, что это повышение – результат изменения биосинтеза белка на уровне трансляции, а не на уровне транскрипции (д.б.н. Б. Н. Иванов).

Показано, что для нормального функционирования фотосинтетического аппарата *Arabidopsis thaliana* и формирования механизмов его устойчивости к УФ-В излучению необходима не только фитохромная система, но и фоторецепторы криптохромы (д.б.н. В. Д. Креславский).

Установлено, что определяющим фактором в интенсивности ответа клеток крови на эндотоксины играет структура их липида А, а не концентрация липид-связывающего белка (LBP) в диапазоне физиологических концентраций в крови (7–26 мкг/мл) (д.б.н. И. Р. Прохоренко).

Установлено, что приспособление галофитов к условиям приливно-отливной зоны Белого моря происходит в результате изменения скорости световых и темновых реакций фотосинтеза, проявления у растений, длительно находящихся в воде, характеристик CO_2 концентрирующего механизма (д.б.н. А. А. Кособрухов).

Показано, что внесение активных форм кремния в почву приводит к снижению поглощения кадмия растениями в результате снижения транспорта по апопласту корней и поступления его в симпласт в зоне корень–стебель (д.б.н. В. В. Матыченков).

Установлено, что накопление пероксида водорода в листьях ингибирует один из этапов адаптационного перераспределения светособирающих комплексов между фотосистемами (state transitions), предотвращая возвращение внешней светособирающей антенны от фотосистемы 1 к фотосистеме 2 (д.б.н. Б. Н. Иванов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Показано, что необратимая инактивация гидрогеназы HydSL *T. roseopersicina* возможна не только при деструкции активного центра, содержащего никель и железо, но и при разрушении (например, цианидом калия) железо-серных кластеров, осуществляющих перенос электронов к активному центру (д.б.н. А. А. Цыганков).

Исследована реакция химического восстановления цитохрома b559 искусственными хинолами. Установлено, что реакция протекает двухфазно; показано, что быстрая компонента восстановления цитохрома b559 отражает редокс-равновесие между гемом и связанным хиноном. Данные свидетельствуют о наличии в ФС2 сайта связывания хинола, взаимодействующего с цитохромом b559 (к.б.н. О. П. Каминская).

Проведен анализ белковоподобной флуоресценции водного природного органического вещества и его фракций, различных по молекулярному размеру и электрофоретической подвижности. Показано, что более 50% белковоподобной флуоресценции обусловлено свободными ароматическими аминокислотами. Предложен молекулярный механизм образования белковоподобной флуоресценции водного ПОВ (д.б.н. О. А. Трубецкой).

Направление 62. Биотехнология

Показана перспективность применения биопрепарата, содержащего почвенную микрофлору – живые клетки и споры непатогенных штаммов природных бактерий, относящихся к различным семействам и родам, которые обладают усиленной и ускоренной способностью к биодegradации отходов растительного и животного происхождения. В опытах на модельных субстратах в анаэробных условиях проведена оценка экологичности действия препарата по основным выделяемым газам (аммиак, метан, сероводород и зависимость от кислорода), а также ускорения потери массы за счет минерализации и отделения фильтрата (к.б.н. С. М. Севостьянов).

Пятилетние опыты на серых лесных почвах показали, что культура мискантуса в условиях ЦФО России является более энергетически высокоэффективной культурой (по сравнению с соломой озимой пшеницы и кукурузы), а также перспективна для целей восстановительного землепользования (д.б.н. Г. А. Булаткин).

Основные публикации

Eltsova Z., Bolshakov M., Tsygankov A. Effect of light intensity and various organic acids on the growth of *Rhodobacter sphaeroides* LHII-deficient mutant in a turbidostat culture // *Photosynth Res.* 130 (1). P. 307–316 (2016).

Fomina I., Biel K. Photosynthetic carbon metabolism: Strategy of adaptation over evolutionary history. In: *Photosynthesis: New Approaches to the Molecular, Cellular and Organismal Levels* (Allakhverdiev S.I. Ed.) // USA: Scrivener Publishing LLC, 2016, Chapter 6. P. 233–326.

Ji X., Liu S., Huang J., Bocharnikova E. A., Matichenkov V. V. Monosilicic acid potential in phytoremediation of the contaminated areas // *Chemosphere*, 157, 132–136 (2016).

Kaminskaya O. P., Shuvalov V. A. Towards an understanding of redox heterogeneity of the photosystem II cytochrome *b559* in the native membrane // *Eur. Biophys. J.*, 45 (2). P. 129–138 (2016).

Khorobrykh A. A., Yanykin D. V., Klimov V. V. Enhancement of photoassembly of the functionally active water-oxidizing complex in Mn-depleted photosystem II membranes upon transition to anaerobic conditions // *J Photochem Photobiol B.*, 163. P. 211–215 (2016).

Kozuleva M. A., Ivanov B. N. The Mechanisms of Oxygen Reduction in the Terminal Reducing Segment of the Chloroplast Photosynthetic Electron Transport Chain // *Plant Cell Physiology*, 57 (7). P. 1397–1404 (2016).

Kozuleva M., Goss T., Twachtmann M., Rudi K., Trapka J., Selinski J., Ivanov B., Garapathi P., Steinhoff H-J., Hase T., Scheibe R., Klare J., Hanke G. Ferredoxin: NADP (H) oxidoreductase abundance and location influences redox poise and stress tolerance // *Plant Physiology*, 172 (3). P. 1480–1493 (2016).

Kreslavski V. D., Schmitt F.-J., Keuer C., Friedrich T., Shirshikova G. N., Zharmukhamedov S. K., Kosobryukhov A. A., Allakhverdiev S. I. Response of the photosynthetic apparatus to UV-A and red light in the phytochrome B-deficient *Arabidopsis thaliana* L. hy3 mutant // *Photosynthetica*, 54 (3). P. 321–330 (2016).

Laurinavichene T., Laurinavichius K., Shastik E., Tsygankov A. Inhibited growth of *Clostridium butyricum* in efficient H₂ producing co-culture with *Rhodobacter sphaeroides* // *Appl Microbiol Biotechnol* 100 (24). P. 10649–10658 (2016).

Laurinavichene T., Tsygankov A. Different types of H₂ photoproduction by starch-utilizing co-culture of *Clostridium butyricum* and *Rhodobacter sphaeroides* depending on cultivation conditions // *Int. J. Hydrogen Energy* 41 (31). 13419–13425 (2016).

Malyan A. N. The effect of medium viscosity on kinetics of ATP hydrolysis by the chloroplast coupling factor CF₁ // *Photosynth. Res.*, 128 (2). P. 163–168 (2016).

Nemchinov L. G., Boutanaev A. M., Postnikova O. A. Virus-induced gene silencing of the RPC5-like subunit of RNA polymerase III caused pleiotropic effects in *Nicotiana benthamiana* // *Sci Rep.* (2016), 6. P. 27785.

Prokhorenko I., Kabanov D., Zubova S., Grachev S. Involvement of CD14 in respiratory burst of endotoxin primed human polymorphonuclear leukocytes // *Critical Care*, 20 (Suppl. 3). P. 186–187 (2016).

Romanova A. K., Semenova G. A., Ignat'ev A. R., Novichkova N. S., Fomina I. R. Biochemistry and cell ultrastructure changes during senescence of *Beta vulgaris* L. leaf // *Protoplasma*, 253 (3). P. 719–727 (2016).

Trubetskaya O. E., Richard C., Trubetskoj O. A. High amounts of free aromatic amino acids in the protein-like fluorescence of water-dissolved organic matter // *Environmental Chemistry Letters*, 14 (4). P. 495–500 (2016).

Yanykin D. V., Khorobrykh A. A., Mamedov M. D., Klimov V. V. Trehalose protects Mn-depleted photosystem 2 preparations against the donor-side photoinhibition // *J Photochem Photobiol B.*, 164. P. 236–243 (2016).

Zabelin A. A., Neverov K. V., Krasnovsky A. A. Jr., Shkuropatova V. A., Shuvalov V. A., Shkuropatov A. Ya. Characterization of the low-temperature triplet state of chlorophyll in photosystem II core complexes: Application of phosphorescence measurements and Fourier transform infrared spectroscopy // *Biochim. Biophys. Acta*, 1857(6), 782–788 (2016).

Журикова Е. М., Игнатова Л. К., Руденко Н. Н., Мудрик В. А., Ветошкина Д. В., Иванов Б. Н. Участие двух карбоангидраз альфа-семейства в фотосинтетических реакциях *Arabidopsis thaliana* // *Биохимия*, 81 (10). С. 1463–1470 (2016).

Зеленская Н. Н., Сон Б. К., Быховец С. С., Брынских М. Н., Керженцев А. С. Температурные условия развития лугово-степной и лесной растительности на берегах в среднем течении Оки // *Известия РАН, Сер. Геогр.* № 4. С. 79–89 (2016).

Иванов О. П., Снакин В. В. Глобализация с позиций экологии, синергетики и теории сложных систем // *Век глобализации: исследование соврем. глоб. процессов*, № 4. С. 3–13 (2016).

Кабанов Д. С., Серов Д. А., Зубова С. В., Грачев С. В., Прохоренко И. Р. Динамика подавления эффектов эндотоксинов липополисахаридом из *Rhodobacter capsulatus* PG // *Биохимия* 81(3). С. 401–409 (2016).

Мартиросян Ю. Ц., Диловарова Т. А., Креславский В. Д., Кособрюхов А. А. Действие светодиодного облучения различного спектрального состава на фотосинтетический аппарат растений картофеля в культуре *in vitro* // *Сельскохозяйственная биология*, 51 (5). С. 680–687 (2016).

Махнева З. К., Ашихмин А. А., Большаков М. А., Москаленко А. А. Образование 3-ацетил-хлорофилла в светособирающих комплексах пурпурных бактерий при химическом окислении // *Биохимия*, 81 (2). С. 282–294 (2016).

Присяжная А. А., Хрисанов В. Р., Митенко Г. В., Снакин В. В. Картографирование редких видов лишайников // *Использование и охрана природных ресурсов в России*, № 2. С. 79–84 (2016).

Снакин В. В. Массовые вымирания видов животных в истории биосферы Земли: еще одна гипотеза // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, № 5. С. 82–90 (2016).

Соловьев А. А., Ашихмин А. А., Москаленко А. А. Образование субъединичной формы прицентрового светособирающего комплекса LH1 из серной пурпурной бактерии *Ectothiorhodospira haloalkaliphila* с разным составом каротиноидов // *Микробиология*, 85(5). С. 497–505 (2016).

Ткаченко Ю. Л., Керженцев А. С. Путь к новой техносфере Земли // *Энергия, экономика, техника, экология*, №10. С. 32–36 (2016).

Яблоков А. В., Левченко В. Ф., Керженцев А. С. Очерки биосферологии. 2. Биосфера как живая система. Об особенностях эволюционного процесса на биосферном уровне // *Philosophy & Cosmology*, 17. С. 152–176 (2016).

Опубликовано: 1 книга, 9 глав в книгах, 96 статей, их них 36 - в зарубежных изданиях.

КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И БИОФИЗИКИ КАЗАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Директор – академик РАН А. Н. Гречкин

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Обнаружена новая функция редокс-ферментов лишайников по разложению лигнина и целлюлозы, обеспечивающая сапрофитный образ жизни этих фотосинтезирующих симбиотических организмов и открывающая перспективы использования лишайников для получения индустриально-ценных ферментов, необходимых в производстве биотоплива и при детоксикации ксенобиотиков (д.б.н. Ф. В. Минабаева).

Обнаружено, что ключевые факторы фитоиммунитета салициловая кислота и NO в случае совместного действия вызывают суммирование характерных для каждого из них защитных ответов растений и что между этими индукторами фитоиммунитета отсутствуют конкурентные отношения.

Полученные результаты могут быть использованы для создания препаратов нового поколения, защищающих растения от болезней, вызываемых патогенными микроорганизмами (ак. И. А. Тарчевский).

Выявлено, что кворум-сенсинг фитопатогенной бактерии *Pectobacterium atrosepticum* вовлечен в глобальную регуляторную сеть, отвечающую за контроль генов вирулентности и координирующую процессы растительно-микробного взаимодействия. Интеграция генов кворум-сенсинга *expR-expI* в глобальную регуляторную сеть происходит на посттранскрипционном уровне посредством системы RsmA-rsmB и некодирующих РНК, транскрибирующихся разнонаправленно по отношению к промоторам генов *expR-expI* (д.б.н. Ю. В. Гоголев).

Установлено, что у пектобактерий деполимеразы непектиновых полисахаридов растительной клеточной стенки необходимы для развития симптомов гнилей; максимальная индукция экспрессии генов деполимераз непектиновых полисахаридов на ранних этапах системной колонизации растения указывает на важную роль этих ферментов в колонизации сосудов ксилемы растения хозяина (д.б.н. Ю. В. Гоголев).

Секвенированы нуклеотидные последовательности мРНК генов С24-стерин метилтрансферазы 1 пшеницы. Обнаружено, что семейство *TaSMT1* представлено тремя гомеологичными копиями, локализованными на длинных плечах хромосом 5A, 4B и 4D. Показана дифференциальная активность гомеологичных генов *TaSMT1* в корнях и листьях проростков пшеницы в оптимальных условиях, а также при холодовом стрессе. Проведено секвенирование *de novo* промоторных последовательностей генов *TaSMT1*, выявлены стресс-чувствительные *cis*-элементы (д.б.н. Ф. В. Минибаева).

Проведено сопоставление ключевых элементов структуры трех различных типов рамногалактуронанов I, присутствующих в растениях льна (первичная и третичная клеточная стенка, слизь, продуцируемая семенами при набухании). Выявлены отличия по таким структурным параметрам, как состав и строение остова; состав и длина боковых цепей и позиции их замещения остатков остова, которые могут влиять на свойства полимеров и определять их функциональную пригодность (д.б.н. Т. А. Горшкова).

Проведен глобальный анализ экспрессии генов в участках стебля льна, содержащих волокна на разной стадии развития. На стадии интрузивного роста флоэмных волокон была выявлена активация экспрессии некоторых генов, продукты которых задействованы в функционировании первичной клеточной стенки волокна (пекатталиазы, DUF642, пектинметил эстеразы). При формировании третичной клеточной стенки в волокнах повышают экспрессию гены, продукты которых задействованы в метаболизме рамногалактуронана I, а также ХЕТ, гены арабиногалактановых и хитиназоподобных белков (д.б.н. Т. А. Горшкова).

Обнаружен механизм, связывающий фотохимические реакции хлоропластов с темновыми процессами усвоения CO₂, в котором участвует апопластный фермент инвертаза, реализующийся через изменение pH внеклеточной жидкости и автоматически регулирующий фотосинтез и транспорт сахаров из листа, приводя их в соответствие с запросом потребляющих органов растения при изменении условий существования (д.б.н. В. И. Чиков).

Получены несколько фракций микровезикул из среды культивирования суспензионной культуры гречихи татарской. Показано, что на выход микровезикул влияют стадия роста культуры и низкое содержание экстраклеточных пектинов и фенольных соединений. Сделано предположение, что неклассическая везикулярная секреция вовлечена в кондиционирование среды культивирования в культурах клеток растений (к.б.н. Н. И. Румянцева).

Показано, что в состав экстраклеточного матрикса бактериальных эмболов – структур, формирующихся при колонизации *Pectobacterium atrosepticum* сосудов ксилемы растений, – помимо углеводов растительной клеточной стенки входят бактериальные экзополисахариды. У клеток голодающих культур *P. atrosepticum*, реализующих альтернативные адаптивные стратегии, продемонстрированы различия в ультраструктуре, связанные с редукцией клеточной стенки и конденсацией нуклеоида (д.б.н. В. В. Сальников).

Показано, что ранним неспецифическим ответом растений в условиях водно-солевого и окислительного стресса является усиление трансмембранного переноса воды в корне через аквапорины и снижение интенсивности переноса воды по симпласту. Обнаруженные различия в динамике водопереноса воды в корнях разных культур в стрессовых условиях связаны со способностью к переключению радиального потока воды в корне («из клетки в клетку», апопласт) и могут служить критерием при определении стратегии ответа на водный дефицит и засухоустойчивость растений (д.ф.м.н. А. В. Анисимов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ.

Осуществлено молекулярное клонирование генов *CYP74M1* и *CYP74M3* (семейство *CYP74*, суперсемейство P450) плаунка *Selaginella moellendorffii*, представителя древнейших сосудистых растений. Установлено, что рекомбинантные белки *CYP74M1* и *CYP74M3* обладают активностью дивинилэфирсинтаз, синтезирующих антипатогенные оксипилены – дивиниловые эфиры (11Z)-этероленовую и этероленовую кислоты (ак. А. Н. Гречкин).

Идентифицированы оксипилены в листьях лютика едкого (*Ranunculus acris*) при взаимодействии с фитопатогенной бактерией *Pectobacterium atrosepticum*, симбионтной бактерией *Azospirillum brasiliense* и условно-патогенной бактерией *Escherichia coli*. Обнаружено быстрое неспецифичное накопление линолипинов С, D, F, G и нового линолипина Е, идентифицированного как 1-O-([ω5Z]-этероленоил)-2-O-7,10-гексадекадиеноил-3-O-β-D-галактопира-нозил-*sn*-глицерин. Выявлено, что влияние каждого вида бактерий на соотношение линолипинов специфично (ак. А. Н. Гречкин).

Показана способность дефензина сосны обыкновенной PsDef1 к димеризации, охарактеризовано влияние точечных мутаций на процесс димеризации дефензинов. Идентифицированы ключевые аминокислотные остатки белка, задействованные в процессе димеризации, показано, что точечные мутации не вызывают полного разрушения димеров, а приводят к изменению вероятности образования различных типов олигомеров. Показано, что образование димеров влияет на подвижность функционально важных аминокислотных остатков и может влиять на активность белка (д.х.н. Ю. Ф. Зуев).

Построена качественная модель влияния этанола и состава липидных поверхностей на гемостатические свойства фибрина. Наибольшее сродство фибриноген проявляет к высокоупорядоченным участкам липидного бислоя. Присутствие анионных липидов препятствует адсорбции фибриногена. Установлено, что этанол оказывает дозозависимое влияние на процесс фибринообразования (д.х.н. Ю. Ф. Зуев).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

У микоплазм *Acholeplasma laidlawii* во внеклеточных везикулах, опосредующих межклеточные взаимодействия и формирование системы паразит–хозяин, обнаружены разные типы малых РНК (10–150 нуклеотидов), из которых 61% составляют тРНК, 3% – 5S, 20% – микроРНК (10–40 нуклеотидов), а 16% – другие типы малых РНК, в том числе с пиками 80 и 112 нуклеотидов, не характерными для бактерий (д.б.н. В. М. Чернов).

Направление 63. Исследование роли интегративных процессов в центральной нервной системе в реализации высших форм деятельности мозга (сознание, поведение, память)

Установлено, что снижение эффективности квантовой секреции медиатора в нервно-мышечном синапсе ацетилхолином и его экзогенными аналогами осуществляется за счет угнетения входа кальция в моторное нервное окончание через потенциал-зависимые кальциевые каналы N-типа, инициированного активацией пресинаптических никотиновых и мускариновых ацетилхолиновых ауторецепторов (ак. Е. Е. Никольский).

Установлено, что одной из причин развития гипогравитационного двигательного синдрома в условиях невесомости является нарушение миелинизации нервных волокон в спинном мозге (ак. Е. Е. Никольский).

Основные публикации

Борхсениус С. Н., Чернова О. А., Чернов В. М., Вишняков И. Е. Микоплазмы в биологии и медицине начала XXI века // СПб.: Наука, 2016. 362 с.

Сальников В. В. Нити Гехта, плазматрубочки и другие образования плазматической мембраны при формировании вторичных клеточных стенок растений. Атлас-монография // Казань: Изд-во АН РТ, 2016. 76 с.

Gorina S. S., Toporkova Y. Y., Mukhtarova L. S., Smirnova E. O., Chechetkin I. R., Khairutdinov B. I., Gogolev Y. V., Grechkin A. N. Oxylipin biosynthesis in spike-moss *Selaginella moellendorffii*: Molecular cloning and identification of divinyl ether synthases CYP74M1 and CYP74M3 // *Biochimica et Biophysica Acta – Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2016. V. 1861, N 4. P. 301–309.

Gorshkov V. Y., Daminova A. G., Mikshina P. V., Petrova O. E., Ageeva M. V., Salnikov V. V., Gorshkova T. A., Gogolev Y. V. Pathogen-induced conditioning of the primary xylem vessels – a prerequisite for the formation of bacterial emboli by *Pectobacterium atrosepticum* // *Plant Biology*. 2016. V.18, N 4. P. 609–617.

Curien G., Giustini C., Montillet J.-L., Mas-y-Mas S., Cobessi D., Ferrer J.-L., Matringe M., Grechkin A., Rolland N. The chloroplast membrane associated ce-QORH putative quinone oxidoreductase reduces long-chain, stress-related oxidized lipids // *Phytochemistry*. 2016. V. 122. P. 45–55.

Ermakova E. A., Faizullin D. A., Idiyatullin B. Z., Khairutdinov B. I., Mukhamedova L. N., Tarasova N. B., Toporkova Y. Y., Osipova E. V., Kovaleva V., Gogolev Y. V., Zuev Y. F., Nesmelova I. V. Structure of Scots pine defensin 1 by spectroscopic methods and computational // *International J. of Biological Macromolecules*. 2016. V. 84. P. 142–152.

Kharina M., Emelyanov V., Mokshina N., Ibragimova N., Gorshkova T. Pre-treatment of Sugar Beet Pulp with Dilute Sulfurous Acid is Effective for Multipurpose Usage of Carbohydrates // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2016. V. 179, N 2. P. 307–320.

Kharlamova A. D., Lushchekina S. V., Petrov K. A., Kots E. D., Nachon F., Villard-Wandhammer M., Zueva I. V., Krejci E., Reznik V. S., Zobov V. V., Nikolsky E. E., Masson P. Slow-binding inhibition of acetylcholinesterase by an alkylammonium derivative of 6-methyluracil: mechanism and possible advantages for myasthenia gravis treatment // *Biochemical Journal*. 2016. V. 473, N 9. P. 1225–1236.

Khaziev E., Samigullin D., Zhilyakov N., Fatikhov N., Bukharaeva E., Verkhratsky A., Nikolsky E. Acetylcholine-Induced Inhibition of Presynaptic Calcium Signals and Transmitter Release in the Frog Neuromuscular Junction // *Frontiers in Physiology*. 2016. V. 7. P. 621–629.

Khuzakhmetova V., Nurullin L., Bukharaeva E. Cytoskeletal Protein Septins Participate in the Modulation of the Kinetics of Acetylcholine Quanta Release at Neuromuscular Junction // *BioNanoScience*. 2016. V. 6, N 3. P. 249–251.

Klionsky D. J., Minibayeva F., Ryabovol V. et al. Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy (3rd edition) // *Autophagy*. 2016. V. 12, N 1. P. 1–222.

Kwenda S., Gorshkov V., Ramesh A., Naidoo S., Rubagotti E., Birch P., Moleleki L. Discovery and profiling of small RNAs responsive to stress conditions in the plant pathogen *Pectobacterium atrosepticum* // *BMC Genomics*. 2016. V. 17. Art: 47.

Malomouzh A. I., Petrov K. A., Nurullin L. F., Nikolsky E. E. Metabotropic GABAB receptors mediate GABA inhibition of acetylcholine release in the rat neuromuscular junction // *J. eurochem*. 2016. V. 135, Is. 6. P. 1149–1160.

Molchanov S., Faizullin D., Nesmelova I. Theoretical and experimental investigation of the Translational diffusion of proteins in the vicinity of temperature-induced unfolding transition // *The J. of Physical Chemistry Part B*. 2016. V. 120, N 39. P. 10192–10198.

Rakhmatullina D., Ponomareva A., Gazizova N., Minibayeva F. Mitochondrial morphology and dynamics in *Triticum aestivum* roots in response to rotenone and antimycin A. *Protoplasma*. 2016. V. 253. P. 1299–1308.

Shakirzyanova A., Valeeva G., Giniatullin A., Naumenko N., Fulle S., Akulov A., Atalay M., Nikolsky E., Giniatullin R. Age-dependent action of reactive oxygen species on transmitter release in mammalian neuromuscular junctions // *Neurobiology of Aging*. 2016. V. 38. P. 73–81.

Strelnik A. D., Petukhov A. S., Zueva I. V., Zobov V. V., Petrov K. A., Nikolsky E. E., Balakin K. V., Bachurin S. O., Shtyrlin Y. G. Novel potent pyridoxine-based inhibitors of AChE and BChE, structural analogs of pyridostigmine, with improved in vivo safety profile // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2016. V. 26, N 16. P. 4092–4094.

Vorob'ev V. N., Mirziev S. I., Alexandrov E. A., Sibgatullin T. A. Characteristics of water and ion exchange of *Elodea nuttallii* cells at high concentrations of lanthanides // *Chemosphere*. 2016. V. 165. P. 329–334.

Zakharova L. Ya., Gabdrakhmanov D. R., Ibragimova A. R., Vasilieva E. A., Nizameev I. R., Kadirov M. K., Ermakova E. A., Gogoleva N. E., Faizullin D. A., Pokrovsky A. G., Korobeynikov V. A., Cheresiz S. V., Zuev Yu. F. Structural, bio-complexation and gene delivery properties of hydroxyethylated gemini surfactants with varied spacer length // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2016. V. 140. P. 269–277.

Опубликовано: 2 монографии, 52 статьи, в том числе 33 – в зарубежных изданиях.

ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ РАН

Врио директора – доктор биологических наук Н. А. Михайлова

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

Охарактеризованы физико-химические свойства новых флуоресцентных биомаркеров на основе бактериальных фитохромов для прижизненной визуализации процессов (с высоким разрешением в реальном масштабе времени), происходящих в клетках, тканях и в целом организме.

Впервые показано, что цистеиновый остаток в GAF домене белков iRFP682 и iRFP670 (Cys256) способен ковалентно связывать BV. Наиболее узкие и коротковолновые спектры поглощения и флуоресценции имеют белки с двумя цистеиновыми остатками Cys15 и Cys256, локализованными в PAS и в GAF доменах. Обнаруженные эффекты объяснены на основе аллостерического влияния мономера, в котором BV ковалентно связан с Cys256, вторым мономером димерных белков iRFP713, iRFP682 и iRFP670. Впервые показано, что ковалентно связанный BV препятствует процессу ренатурации NIR FP, в то время как наличие узла в аминокислотной последовательности не препятствует этому процессу. Создана новая мутантная форма iRFP713/V256C, которая имеет наибольший квантовый выход и молекулярную яркость флуоресценции среди известных к настоящему времени флуоресцентных белков на основе бактериальных фитохромов (*к.б.н. О. В. Степаненко, д.б.н. И. М. Кузнецова, д.ф.-м.н. К. К. Туроверов*).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Установлено, что при повышении экспрессии E3-лигазы Pirh2 в клетках карциномы легких с инактивацией p53, снижается количество E-кадгерина, а также усиливается экспрессия онкогенного белка c-Myc, что приводит к увеличению пролиферативного и миграционного потенциала опухолевых клеток, а также повышает их устойчивость к доксорубину. Pirh2 является онкогеном в клетках немелкоклеточной карциномы легкого человека,

что позволяет рассматривать его как потенциальную мишень для разработки противоопухолевых препаратов (*д.б.н. Н. А. Барлев*).

Индукция клеточного старения, как эффективная противоопухолевая стратегия, имеет определенные ограничения, поскольку стареющие (*senescent*) клетки, хотя и перестают делиться, сохраняют жизнеспособность и секреторный фенотип, который вызывает трансформацию окружающих клеток. Показано, что активность MEK/ERK сигнального пути является необходимой для сохранения жизнеспособности и поддержания гипертрофного, гиперсекреторного фенотипа стареющих клеток. HDACi-индуцированное старение сопровождается увеличением активности MEK/ERK-каскада, фосфорилированием AMPK и активацией AMPK-зависимой цитопротективной аутофагии в E1A+Ras-трансформированных клетках. Подавление активности ERK в стареющих клетках вызывает их массовую апоптотическую гибель. Анализ молекулярных механизмов, лежащих в основе гибели, позволил установить, что при подавлении активности ERK в стареющих клетках происходит переключение аутофагии с цитопротективной формы на цитотоксическую. Это событие связано с изменением клеточного метаболизма, так как в основе переключения форм аутофагии лежит дезорганизация внутренней структуры митохондрий. Тем не менее, эти повреждения не индуцируют процесс селективной митофагии, поскольку аутофагия, возникающая при одновременном действии на Ras-экспрессирующие клетки комбинацией ингибиторов HDAC и MEK/ERK, относится к AMPK-зависимой. Это свидетельствует о дефиците энергии, вызванном как нарушениями в структуре митохондрий, так и подавлением гликолиза. Полученные результаты показывают, что в зависимости от уровня и типа клеточного метаболизма аутофагия может выполнять как протективную, так и цитотоксическую функцию (*д.б.н. В. А. Поспелов*).

Направление 60. Клеточная биология, теоретические основы клеточных технологий

Изучение процесса организации репликации ДНК клеток человека и мыши с применением оптической микроскопии высокого разрешения показало, что наблюдаемые в ядре фокусы репликации (участки синтеза ДНК) соответствуют отдельным репликонам. Полученные результаты противоречат ранее предложенной модели организации репликации ДНК в ядре как «фабрик репликации», осуществляющих одновременный синтез множества репликонов. Предложена новая модель, согласно которой пространственная динамика репликации ДНК непосредственно определяется структурой самого реплицирующегося хроматина, т. е. картины распределения фокусов репликации повторяют особенности упаковки различных участков хроматина и не являются следствием образования специфичных для S-фазы структур. Экспериментальное измерение параметров репликации ДНК и 3D математического моделирования удвоения генома показало, что наблюдаемую динамику фокусов репликации в ядре и удвоение всего генома за время S-фазы можно воспроизвести в простых предположениях о правилах инициации репликации на уровне молекулы ДНК и аппроксимации укладки хроматина в ядре с помощью уточненной модели случайных петель (*к.б.н. В. О. Чагин*).

На GABA-эргических нейронах, проявляющих все основные маркеры болезни Хантингтона (БХ) (агрегация мутантного хантингина, увеличение количества лизосом/аутофагосом, нарушение ядерной морфологии, увеличение количества гибнущих от старения клеток), полученных путем направленной дифференцировки индуцированных плюрипотентных стволовых (iPS) клеток из репрограммированных фибробластов пациентов с БХ, зарегистрировано значительное увеличение депо-управляемого входа кальция, проявляющееся независимо от генотипа пациентов. Киназолин-подобный агент EVP 4593 уменьшал как количество лизосом/аутофагосом, так и депо-управляемый вход кальция в патологических нейронах, а также проявлял нейропротективный эффект, защищая стареющие нейроны от клеточной смерти. Выявлена прямая связь нарушения депо-управляемого входа кальция с экспрессией мутантного хантингина в «нейронах» пациентов с БХ, что дает дополнительный вектор поиска анти-БХ лекарственных препаратов. Показано, что EVP4593 может быть перспективным прототипом анти-БХ препарата (д.б.н. Е.В. Казначеева).

Проведен анализ генетической стабильности эндометриальных мезенхимных стволовых клеток человека (эмСК) в процессе их культивирования и под влиянием стрессовых воздействий. Геномный блок исследований включал 3 аналитических подхода: молекулярное кариотипирование, хромосомный анализ и полнотранскриптомное секвенирование клеток. Показано, что хромосомные aberrации, обнаруженные после стрессовых воздействий или в процессе длительного (15 пассажей) культивирования клеток, не сопровождалась изменением структуры ДНК на молекулярном уровне. Мониторинг функционального состояния этих клеток не выявил признаков злокачественной трансформации, для всех 14 исследуемых клеточных линий наблюдался эффект репликативного старения. Биоинформатический анализ данных полнотранскриптомного секвенирования потомков мезенхимных стволовых клеток, переживших тепловой шок, показал, что клетки-потомки имеют нормальный баланс активности модулей канцерогенеза и туморсупрессии, а также модулей пролиферации и старения. Исследование путей энергетического обмена подтверждает отсутствие в клетках-потомках эффекта Варбурга – метаболической перестройки, характерной для онкогенной трансформации (ак. Н. Н. Никольский, к.б.н. Т. М. Гринчук).

Основные публикации

Бердиева М. А., Скарлато С. О., Матанцева О. В., Поздняков И. А. Влияние механического стресса на ультраструктуру клеточных покровов динофлагеллят *Prorocentrum minimum* // Цитология. 2016. Т. 58. № 10. С. 792–798.

Екимова И. В., Плаксина Д. В., Гужова И. В., Мешалкина Д. А. Роль индуцибельного белка Hsp70 в модуляции нейродегенеративной патологии нигростриальной системы, характерной для болезни Паркинсона // Журнал эволюционной физиологии и биохимии. 2016. Т. 52. № 1. С. 73–75.

Кольцова А. М., Яковлева Т. К., Полянская Г. Г. Получение и характеристика новой сублинии эмбриональных стволовых клеток человека SC6-FF в аллогенной бесфидерной системе культивирования // Цитология. 2016. Т. 58. № 7. С. 507–516.

Althubiti M., Rada M., Samuel J., Escorsa J. M. Najeeb H., Lee K-G., Lam K.-P., Jones G. D., Barlev N., Macip S. BTK modulates p53 activity to enhance apoptotic and senescent responses // *Cancer research (Philadelphia)*. 2016. V. 76. N 18. P. 5405–5414.

Bezborodkina N. N., Chestnova A. Yu., Vorobev M. L., Kudryavtsev B. N. Glycogen content in hepatocytes is related with their size in normal rat liver but not in cirrhotic one // *Cytometry Part A*. 2016. V. 89. N 4. P. 357–364.

Bildyug N., Bozhokina E., Khaitlina S. Contribution of a-smooth muscle actin and extracellular matrix to the in vitro reorganization of cardiomyocyte contractile system // *Cell Biol. Int*. 2016. V. 4. P. 472–477.

Borodkina A. V., Shatrova A. N., Deryabin P. I., Grukova A. A., Nikolsky N. N., Burova E. B. Tetraploidization or autophagy: The ultimate fate of senescent human endometrial stem cells under ATM or p53 inhibition. *Cell Cycle*. 2016. V. 15. N 1. P. 117–127.

Borovikov Y. S., Rysev N. A., Chernev A. A., Avrova S. V., Karpicheva O. E., Borys D., Śliwińska M., Moraczewska J. Abnormal movement of tropomyosin and response of myosin heads and actin during the ATPase cycle caused by the Arg167His, Arg167Gly and Lys168Glu mutations in TPM1 gene // *Arch. Biochem. Biophys*. 2016. V. 606. P. 157–166.

Chagin V. O., Casas-Delucchi C.S., Reinhart M., Schermelleh L., Markaki Y., Maiser A., Bolius J.J., Bensimon A., Fillies M., Domaing P., Rozanov Y. M., Leonhardt H., Cardoso M.C. 4D Visualization of replication foci in mammalian cells corresponding to individual replicons. *Nature Communications*. 2016. V. 7. P. 11231.

Cherepanova O. A., Gomez D., Shankman L. S., Swiatlowska P., Williams J., Sarmiento O. F., Alencar G. F., Hess D. L., Bevard M. H., Greene E. S., Murgai M., Turner S. D., Geng Y. J., Bekiranov S., Connelly J. J., Tomilin A., Owens G. K. Activation of the pluripotency factor OCT4 in smooth muscle cells is atheroprotective // *Nature Medicine*. 2016. V. 22. N 6. P. 657–665.

Cherepkova M. Y., Sineva G. S., Pospelov V. A. Leukemia inhibitory factor (LIF) withdrawal activates mTOR signaling pathway in mouse embryonic stem cells through the MEK/ERK/TSC2 pathway // *Cell Death and Disease*. 2016. V. 7. Article e2050.

Domnina A. P., Novikova P. V., Lyublinskaya O. G., Zenin V. V., Fridlyanskaya I. I., Mikhailov V. M., Nikolsky N. N. Mesenchymal stem cells with irreversibly arrested proliferation stimulate decidua development in rats // *Experimental and therapeutic medicine*. 2016. V. 12. P. 2447–2454.

Kosheverova V. V., Kamentseva R. S., Gonchar I. V., Kharchenko M. V., Kornilova E. S. Mobility of tethering factor EEA1 on endosomes is decreased upon stimulation of EGF receptor endocytosis in HeLa cells // *Biochem Biophys Res Commun*. 2016. V. 473. N 1. P. 17–22.

Kostina A. S., Uspensky V. E., Irtyuga O. B., Ignatieva E. V., Freylikhman O., Gavriiliuk N. D., Moiseeva O. M., Zhuk S., Tomilin A., Kostareva A. A., Malashicheva A. B. Notch-dependent EMT is attenuated in patients with aortic aneurysm and bicuspid aortic valve // *Biochim Biophys Acta*. 2016. V. 1862. N 4, P. 733–740.

Meshalkina D. A., Shevtsov M. A., Dobrodumov A. V., Komarova E. Y., Voronkina I. V., Lazarev V. F., Margulis B. A., Guzhova I. V. Knock-down of Hdj2/DNAJA1 co-chaperone results in an unexpected burst of tumorigenicity of C6 glioblastoma cells // *Oncotarget*. 2016. V. 7. N 16. P. 22050–22063.

Nekrasov E. D., Vigont V. A., Klyushnikov S. A., Lebedeva O. S., Vassina E. M., Bogomazova A. N., Chestkov I. V., Semashko T. A., Kiseleva E., Suldina L. A., Bobrovsky P. A., Zimina, O. A., Ryazantseva M. A., Skopin A. Y., Illarioshkin S. N., Kaznacheyeva E. V., Lagarkova M. A., Kiselev S. L. Manifestation of Huntington's disease pathology in human induced pluripotent stem cell-derived neurons // *Molecular neurodegeneration*. 2016. V. 11. Article 27.

Shatrova A. N., Mityushova E. V., Vassilieva I. O., Aksenov N. D., Zenin V. V., Nikolsky N. N., Marakhova I. I. Time-dependent regulation of IL-2R α -chain (CD25) expression by TCR signal strength and IL-2-induced STAT5 signaling in activated human blood T lymphocytes // *PLoS One*. 2016. V. 11. N 12. Article e0167215.

Shevtsov M. A., Nikolaev B. P., Ryzhov V. A., Yakovleva, L. Y., Dobrodumov A. V., Marchenko Y. Y., Margulis B. A., Pitkin E., Mikhrina A. L., Guzhova I. V., Multhoff G. Detection of experimental myocardium infarction in rats by MRI using heat shock protein 70 conjugated superparamagnetic iron oxide nanoparticle // *Nanomedicine-nanotechnology biology and medicine*. 2016. V. 12. N 3. P. 611–621.

Stepanenko Olesya V., Balaban M., Bublikov G. S., Shcherbakova D. M., Stepanenko Olga V., Turoverov K. K., Kuznetsova I. M., Verkhusha V. V. Allosteric effects of chromophore interaction with dimeric near-infrared fluorescent proteins engineered from bacterial phytochromes // *Sci. Rep.* 2016. V. 6. Article 18750.

Sulatskaya A. I., Kuznetsova I. M., Belousov M. V., Bondarev S. A., Zhouravleva G. A., Turoverov K. K. Stoichiometry and Affinity of Thioflavin T Binding to Sup35p Amyloid Fibrils // *PLoS One*. 2016. V.11. N 5. Article e0156314.

Yudintceva N. M., Nazhchekina Y. A., Blinova M. I., Orlova N. V., Muraviov A. N., Vinogradova T. I., Sheykhov M. G., Shapkova E. Y., Emeljannikov D. V., Yablonskii P. K., Samusenko I. A., Mikhrina A. L., Pakhomov A. V., Shevtsov M. A. Experimental bladder regeneration using poly-L-lactide/silk fibroin (PL-SF) scaffold seeded with nanoparticle labelled allogenic bone marrow stromal cells // *Int. J. Nanomedicine*. 2016. V. 11. P. 4521–4533.

Опубликовано: 2 монографии, 3 учебных пособия, 1 информационный бюллетень, 3 главы в книгах и 204 статьи, в том числе 123 статьи в зарубежных изданиях.

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ РАН

Директор – доктор химических наук С. Ю. Щеголев

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Получены новые данные о роли смежных хромосомных генов *Azospirillum brasilense*, кодирующих компонент (FlhB) экспортной поры жгутика и предполагаемую мультисенсорную гибридную гистидинкиназу – регулятор ответа (ННК–RR), в сборке двух видов жгутиков и ответе бактерий на изменения условий среды. Показана существенная роль хромосомного гена *flhB* (*flhB1*) штамма *A. brasilense* Sp245 в образовании конститутивного полярного и индуцибельных латеральных жгутиков: введение интактного гена *flhB1* в клетки безжгутикового *flhB1::Omegon-Km* мутанта привело к полному восстановлению у азоспирилл сборки и работы двух видов жгутиков. Установлено, что увеличение дозы гена предполагаемой ННК–RR может оказывать позитивное или негативное влияние на ответ бактерий (изменения в длине клеток, образовании биопленок и роении) на вариации в условиях среды, для которого также важно состояние гена *flhB1* (к.б.н. Ю. А. Филиппчева, д.б.н. А. В. Шелудько, асп. Е. М. Телешева, асп. Д. И. Мокеев, к.х.н. А. М. Буров, к.б.н. Л. П. Петрова, д.б.н. Е. И. Кацы).

Впервые для высших грибов определены условия и установлены продукты биотрансформации синтетических кумаринов культурами макробазидиомицетов. Выявлена дифференциация экзогенного действия вновь синтезированных соединений ряда кумарина на грибные культуры в зависимости от термофильности, устойчивости к гипотермии, ростовых характеристик. Установлены видоспецифичность идентифицированных эндогенных соединений и их антибактериальная активность *in vitro* против ряда условно-патогенных и фитопатогенных бактерий. Полученные результаты могут быть использованы для получения антимикробных продуктов грибного происхождения как альтернативы многостадийному синтезу известных препаратов (д.б.н. В. Е. Никитина, д.б.н. О. М. Цивилева).

Предложен новый подход к детекции бактериофагов при их взаимодействии со специфичными антителами методом электроакустического анализа в жидкой фазе. Возможности метода продемонстрированы при регистрации взаимодействий антител с бактериофагами ΦA1-Sp59b и M13K07. В присутствии «посторонних» вирусных частиц иной антигенной специфичности выявлена эффективность детекции бактериофагов специфичными антителами в пьезоэлектрическом резонаторе с поперечным электрическим полем. Выработан критерий оценки специфического взаимодействия бактериофагов с антителами на основе измерений модуля электрического импеданса датчика. Определен нижний предел чувствительности при детекции бактериофагов – 10^6 частиц/мл при времени анализа 5 мин. Полученные результаты могут быть применены для разработки экспресс-метода идентификации и детекции вирусов непосредственно в жидкой фазе (д.б.н. О. И. Гулий, к.б.н. О. А. Караваева, д.б.н. О. В. Игнатов).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

Показано, что инокуляция сорго веничного (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) стимулирующими рост растений ризобактериями *Bacillus* sp. 14 (IBPPM 600) и *Azospirillum brasilense* Cd (IBPPM 288) может быть использована для повышения фитоэкстракции кадмия из загрязненной почвы. Установлено, что в условиях хронического кадмиевого стресса бактериализация сорго веничного (*Sorghum bicolor* L. [Moench]) стимулирующими рост растений ризобактериями *Bacillus* sp. 14 и *Azospirillum brasilense* Cd способствует повышению его устойчивости к действию кадмия (индекс толерантности увеличивался на 40 и 57% соответственно) и увеличивает фитоэкстрагирующую способность: содержание кадмия в корнях повышалось на 156% и 158%, а в побегах на 63 и 214% соответственно для *Bacillus* sp. 14 и *A. brasilense* Cd. Полученные результаты могут быть использованы для усовершенствования технологий извлечения тяжелых металлов из загрязненной почвы (д.б.н. А. Ю. Муратова, к.б.н. Е. В. Любунь, д.б.н. О. В. Турковская).

Направление 62. Биотехнология

Выявлен механизм доставки Т-ДНК агробактерий в клетки женского гаметофита кукурузы при трансформации методом *in planta*. С помощью микробиологического, ПЦР и гистохимического методов анализа впервые установлено, что Т-ДНК агробактерий перемещается на значительные расстояния (до 20 см) с пыльцевыми трубками по пестичным нитям от места инокуляции пестичных нитей и детектируются на (в) пестичных нитях и в зародышевых тканях кукурузы спустя сутки после инокуляции. Полученные результаты представляют интерес в развитии работ по конструированию новых сортов и линий кукурузы с улучшенными потребительскими свойствами (д.б.н. М. И. Чумаков, к.б.н. И. В. Волохина).

Разработана технология получения новых типов нанометок для биоимиджинга с рамановскими (с эффектом комбинационного рассеяния света) молекулами внутри 1-нм зазора между золотым ядром и оболочкой. Синтезированы золотые «наноматрешки» размером 50–100 нм с полыми или мостиковыми 1-нм зазорами, в которые встроены репортерные молекулы бензендитиола. Благодаря строгой локализации усиленного поля в зазоре комбинационное рассеяние от таких меток на два порядка превышает обычный сигнал и не зависит от внешних условий в тканях или клетках. Полученные результаты открывают принципиально новые возможности для биологического сенсинга и биоимиджинга (д.ф.-м.н. Б. Н. Хлебцов, д.ф.-м.н. Н. Г. Хлебцов).

Основные публикации**Монография**

Khlebtsov N., Khlebtsov B. Plasmonic SERS substrates and probes // Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2016. 140 p.

Глава в монографии

Chowdhury R., Lyubun Y., Favas P. J., Sarkar S. K. Phytoremediation potential of selected mangrove plants for trace metal contamination in Indian Sund-

arban wetland // *Phytoremediation* / Abid A. Ansari et al. (Eds.) Switzerland: Springer Int. Publ., 2016. P. 283–310.

Статьи

Абронина П. И., Бурыгин Г. Л., Кононов Л. О. Синтезы фрагментов О-антигенных полисахаридов азотфиксирующих ризобактерий рода *Azospirillum* // Изв. Акад. наук. Сер. хим. 2016. № 6. С. 1448–1463.

Бурыгин Г. Л., Сигида Е. Н., Федоненко Ю. П., Хлебцов Б. Н., Щеголев С. Ю. Применение и развитие метода динамического рассеяния света для исследования надмолекулярных структур в водных растворах бактериальных липополисахаридов // *Биофизика*. 2016. Т. 61, № 4. С. 647–659.

Ветчинкина Е. П., Лоцинина Е. А., Курский В. Ф., Никитина В. Е. Биологический синтез наночастиц селена и германия ксилотрофными базидиомицетами // *Прикл. биохим. микробиол.* 2016. Т. 52, № 1. С. 103–114.

Волохина И. В., Великов В. А., Моисеева Е. М., Чумаков М. И. Анализ распространения и выживания агробактерий после инокуляции пестичных нитей кукурузы // *Микробиология*. 2016. Т. 85. С. 66–72.

Гулий О. И., Зайцев Б. Д., Кузнецова И. Е., Шихабудинов А. М., Балко А. Б., Теплых А. А., Староверов С. А., Дыкман Л. А., Макарихина С. С., Игнатов О. В. Использование метода электроакустического анализа для детекции бактериофагов в жидкой фазе // *Биофизика*. Т. 61, вып. 1. С. 60–67.

Гулий О. И., Зайцев Б. Д., Бородин И. А., Теплых А. А., Игнатов О. В. Акустический метод анализа бактериальных клеток // *Биофизика*. 2016. Т. 61, вып. 4. С. 744–757.

Дыкман Л. А., Хлебцов Н. Г. Биомедицинское применение многофункциональных золотых наноконструктов // *Успехи биол. химии*. 2016. Т. 56. С. 411–450.

Евстигнева С. С., Сигида Е. Н., Федоненко Ю. П., Коннова С. А., Игнатов В. В. Структурные особенности капсульных и О-полисахаридов бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 при изменении условий культивирования // *Микробиология*. 2016. Т. 85, № 6. С. 643–651.

Куликова Н. А., Кляйн О. И., Пивченко Д. В., Ландесман Е. О., Позднякова Н. Н., Турковская О. В., Зайчик Б. Ц., Ружижский А. О., Королева О. В. Деградация нефти базидиальными грибами белой гнили в почве и торфе при пониженной температуре // *Прикл. биохим. микробиол.* 2016. Т. 52, № 6. С. 599–608.

Купряшина М. А., Ветчинкина Е. П., Никитина В. Е. Биосинтез серебряных наночастиц с участием внеклеточной Mn-зависимой пероксидазы азоспирилл // *Прикл. биохим. микробиол.* 2016. Т. 52, № 4. С. 377–382.

Лоцинина Е. А., Никитина В. Е. Участие NO-синтазной сигнальной системы в ответе на действие абиотических стрессорных факторов у базидиомицетов *Lentinula edodes* и *Grifola frondosa* // *Микробиология*. 2016. Т. 85, № 2. С. 154–161.

Позднякова Н. Н., Чернышова М. П., Гринева В. С., Ландесман Е. О., Королева О. В., Турковская О. В. Деградация флуорена и флуорантена базидиомицетом *Pleurotus ostreatus* // *Прикл. биохим. микробиол.* 2016. Т. 52, № 6. С. 590–598.

Шумилова Е. М., Шелудько А. В., Филипьевичева Ю. А., Евстигнеева С. С., Пономарева Е. Г., Петрова Л. П., Кацы Е. И. Изменение свойств клеточной поверхности и эффективности формирования биопленок у мутантов бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 по предполагаемым генам липидного метаболизма *mmsB1* и *fabG1* // Микробиология. 2016. Т. 85, № 2. С. 162–170.

Щеголев С. Ю. Разработка и визуализация больших массивов данных в таксономических и эволюционных исследованиях живой природы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2016. Т. 16, вып. 3. С. 145–167.

Эльконин Л. А., Итальянская Ю. В., Доманина И. В., Селиванов Н. Ю., Ракитин А. Л., Равинс Н. В. Трансгенное сорго с улучшенной перевариваемостью запасных белков, полученное путем агробактериальной трансформации // Физиол. растений. 2016. Т. 63, № 5. С. 721–734.

Alen'kina S. A., Nikitina V. E. Plant cell pectolytic enzymes activity under exposure to lectins of endophytic and epiphytic *Azospirillum* strains // J. Stress Physiol. Biochem. 2016. Vol. 12, N 2. P. 5–10.

Bucharskaya A., Maslyakova G., Terentyuk G., Yakunin A., Avetisyan Y., Bibikova O., Tuchina E., Khlebtsov B., Khlebtsov N., Tuchin V. Towards effective photothermal/photodynamic treatment using plasmonic gold nanoparticles // Int. J. Molec. Sci. 2016. Vol. 17. P. 1295.

Dykman L. A., Khlebtsov N. G. Multifunctional gold-based nanocomposites for theranostics // Biomaterials. 2016. Vol. 108. P. 13–34.

German S. V., Bratashov D. N., Navolokin N. A., Kozlova A. A., Lomova M. V., Novoselova M., Burilova E. A., Zuev V. V., Khlebtsov B. N., Bucharskaya A. B., Terentyuk G. S., Amirov R. R., Maslyakova G. N., Sukhorukov G. B., Gorin D. A. *In vitro* and *in vivo* MRI visualization of nanocomposite biodegradable microcapsules with tunable contrast // Phys. Chem. Chem. Phys. 2016. DOI: 10.1039/C6CP03895F.

Golubev A. A., Prilepskii A. Y., Dykman L. A., Khlebtsov N. G., Bogatyrev V. A. Colorimetric evaluation of the viability of the microalga *Dunaliella salina* as a test tool for nanomaterial toxicity // Toxicol. Sci. 2016. Vol. 151, N 1. P. 115–125.

Khlebtsov B., Khanadeev V., Khlebtsov N. SERS inside Au@Ag core/shell nanorods // Nano Res. 2016. Vol. 9 (8). P. 2303–2318.

Khlebtsov B. N., Khlebtsov N. G. Surface morphology of a gold core controls the formation of hollow or bridged nanogaps in plasmonic nanomatryoshkas and their SERS responses // J. Phys. Chem. C. 2016. Vol. 120. P. 15385–15394.

Kovács K., Kamnev A. A., Pechoušek J., Tugarova A. V., Kuzmann E., Machala L., Zbořil R., Homonnay Z., Lázár K. Evidence for ferritin as dominant iron-bearing species in the rhizobacterium *Azospirillum brasilense* Sp7 provided by low-temperature-in-field Mössbauer spectroscopy // Anal. Bioanal. Chem. 2016. Vol. 408(6). P. 1565–1571.

Panchenko L., Muratova A., Turkovskaya O. Comparison of the phytoremediation potentials of *Medicago falcata* L. and *Medicago sativa* L. in aged oil-sludge-contaminated soil // Environ. Sci. Pollut. Res. 2016.

Shchyogolev S. Yu. Molecular taxonomy and the evolution theory in light of emerging bioinformatic and cosmological data // J. Bioinform. Genomics. 2016. 1–1. DOI: 10.18454/jbg.2016.1.3.

Sigida E. N., Fedonenko Y. P., Shashkov A. S., Arbatsky N. P., Zdorovenko E. L., Konnova S. A., Ignatov V. V., Knirel Y. A. Elucidation of a masked repeating structure of the O-specific polysaccharide of the halotolerant soil bacteria *Azospirillum halopraeferens* Au4 // *Beilstein J. Org. Chem.* 2016. Vol. 12. P. 636–642.

Tsivileva O. M., Nguyen P. T., Vu N. L., Yurasov N. A., Chernyshova M. P., Petrov A. N., Galushka V. V., Markin A. V., Koftin O. V. Vietnamese *Ganoderma*: growth, peculiarities, low-molecular composition compared to European and Siberian strains // *Turk. J. Bot.* 2016. Vol. 40, N 3. P. 269–286.

Vanzha E. V., Pylaev T. E., Khanadeev V. A., Konnova S. S., Fedorova V. A., Khlebtsov N. G. Gold nanoparticle-assisted polymerase chain reaction: effects of surface ligands, nanoparticle shape and material // *RSC Adv.* 2016. Vol. 6. P. 110146–110154.

Vetchinkina E. P., Shirokov A. A., Bucharskaya A. B., Navolokin N. A., Prilepskii A. Yu., Burov A. M., Maslyakova G. N., Nikitina V. E. Anti-tumor activity of extracts from medicinal basidiomycetes // *Int. J. Med. Mushrooms.* 2016. Vol. 18, No 11. P. 1–16.

Vetchinkina E. P., Loshchinina E. A., Vodolazov I. R., Kursky V. F., Dykman L. A., Nikitina V. E. Biosynthesis of nanoparticles of metals and metalloids by basidiomycetes. Preparation of gold nanoparticles by using purified fungal phenol oxidases // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2016. Vol. 100, No 24. P. 1–16.

Yegorenkova I. V., Tregubova K. V., Burygin G. L., Matora L. Y., Ignatov V. V. Assessing the efficacy of co-inoculation of wheat seedlings with the associative bacteria *Paenibacillus polymyxa* 1465 and *Azospirillum brasilense* Sp245 // *Can. J. Microbiol.* 2016. Vol. 62(3). P. 279–285.

Опубликованы: 1 монография в зарубежном издании, 2 главы в зарубежных монографиях, 1 учебно-методическое пособие, 73 статьи, из них 35 – в зарубежных изданиях; 54 статьи в сборниках, из них 13 – в зарубежных.

УЧРЕЖДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ РАН

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И ГЕНЕТИКИ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Врио директора – доктор биологических наук Э. К. Хуснутдинова

Направление 53. Общая генетика

Разработан метод количественной оценки генетической чистоты пчелиных семей по полиморфизму микросателлитных локусов, который позволяет получить интегральную оценку состояния генофонда в пределах любой площади и на основании этой оценки выбрать оптимальную стратегию управления генофондом на данной территории (д.б.н. А. Г. Николенко).

Направление 56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие с другими организмами

Показан эффект праймирования защитной реакции растений пшеницы под влиянием микоризы и эндофитных штаммов бактерий *Bacillus* ssp. к возбудителям твердой головни *T. caries* и септориоза *S. nodorum*, а также к злаковой тле *Schizaphis graminum*, проявляющийся в усилении генерации H_2O_2 , экспрессии генов PR-белков, а также накопления белков, регулирующих работу фотосинтетического аппарата после воздействия на растения вредного организма (д.б.н. И. В. Максимов).

Показано стимулирующее действие регулятора роста растений стифуна на микоризацию корневой системы пшеницы и подсолнечника. Выявлено предотвращение стифуном ингибирующего действия гербицидов на развитие микоризных грибов *Glomus intraradices* в корнях пшеницы. Предполагается, что важный вклад во взаимодействие в системе «микориза – головня – пшеница» может вносить изменение гормонального статуса растений, обусловленное экзогенным применением данного регулятора роста (д.б.н. И. В. Максимов).

Сравнительный анализ ростовых параметров, гормонального статуса и перестроек в протеоме и фосфопротеоме в побегах пшеницы, необработанных и предобработанных фитогормонами 24-эпибрассинолидом (ЭБ), метилжасмонатом (МеЖ) или цитокинином 6-бензидаминопурином (БАП), в норме и при обезвоживании выявил сходство вызываемых этими гормонами сдвигов в содержании эндогенных цитокининов (ЦК) и белковых профилей в побегах в нормальных условиях произрастания и при стрессе, что указывает в пользу выполнения эндогенными ЦК роли гормональных интермедиатов в регуляции физиологического действия и ЭБ, и МеЖ на проростки пшеницы в норме и при обезвоживании (д.б.н. Ф. М. Шакирова).

Впервые выявлена способность метилжасмоната и NO, сочетающих в себе свойства рост-стимуляторов и индукторов устойчивости к стрессовым факторам, вызывающим обезвоживание, индуцировать накопление дегидрина с м.м. 28 кДа, особенно значительное в условиях натрий-хлоридного засоления (д.б.н. Ф. М. Шакирова).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

На трансгенных растениях табака впервые показана вовлеченность экспансинов и ксиланглюканэндотрансгликозилаз в обеспечение роста при дефиците влаги путем поддержания клеточного растяжения в корнях и стеблях на высоком уровне и повышения способности эффективно сохранять влагу в листьях за счет влияния на плотность расположения устьиц и размеры устьичной щели. Полученные данные могут быть использованы при создании хозяйственно-ценных трансгенных растений с улучшенными параметрами роста при действии холода, засухи и засоления (д.б.н. Б. Р. Кулуев).

Полимеразная цепная реакция с использованием сближенных праймеров характеризуется большей специфичностью, чувствительностью и устойчивостью к действию ПЦР-ингибиторов, меньшей продолжительностью (в 2,5–3,0 раза) и обеспечивает более эффективную амплификацию разрушен-

ной ДНК по сравнению с ПЦР, проводимой в присутствии праймеров с традиционным расположением (к.б.н. Р. Р. Гарафутдинов).

Направление 58. Молекулярная генетика, механизмы реализации генетической информации, биоинженерия

Впервые в результате полногеномного анализа ассоциации 600 000 однонуклеотидных полиморфных вариантов с развитием параноидной шизофрении установлена ведущая роль полиморфных локусов, локализованных в области 1q23.3, 4p15.2 и 20q13.31 хромосом у русских, татар и башкир. Гены, локализованные в данных хромосомных областях, вовлечены в процессы нейронального развития и сигнальной трансдукции, что согласуется с существующими гипотезами развития шизофрении (д.б.н. Э. К. Хуснутдинова).

Впервые выявлены генетические маркеры риска развития рака молочной железы и яичников у женщин из Республики Башкортостан. Обнаружены мутации в генах BLM, PALB2, PTEN, RFD3 и ассоциация рака молочной железы с полиморфными вариантами генов биогенеза и предшественников микроРНК. Результаты проведенного исследования способствуют более глубокому пониманию механизмов формирования генетической предрасположенности к онкологическим заболеваниям молочных желез и яичников (д.б.н. Э. К. Хуснутдинова).

Охарактеризованы профили экспрессии (мРНК) 96 генов в мононуклеарных клетках крови у должжителей и лиц старческого возраста в сравнении с лицами зрелого возраста; выявлены статистически значимые различия по уровню экспрессии генов *RPS6* и *RPS6KA1*, кодирующих рибосомальные белки S6 и S6K1, регулирующие процессы трансляции (д.б.н. О. Е. Мустафина).

Оценка динамики встречаемости мутаций с фенотипическими проявлениями (*fw*, *rolled*, *white*, *cyw*, *dwarf*) в лабораторных линиях комнатной мухи показала, что в линиях с сокращенной продолжительностью жизни частоты проявления мутаций выше, чем в линиях с увеличенной продолжительностью жизни. Предполагается, что дестабилизация генома вследствие отбора по признаку продолжительности жизни приводит к нарушениям работы механизмов, сдерживающих распространение мутаций (д.б.н. Г. В. Беньковская).

Впервые обнаружено, что полиморфные локусы генов, кодирующих глутаматные (*GRIK5*, *GRIN2B*) и серотониновые (*HTR2A*, *HTR4*) рецепторы, вовлечены в патогенез хронической обструктивной болезни легких и являются ключевым звеном формирования никотиновой зависимости и приверженности курению при данном заболевании. Не выявлено статистически значимых различий в уровне экспрессии (мРНК) генов, кодирующих белки антиоксидантов и ферментов метаболизма свободных радикалов в группах здоровых индивидов с никотиновой зависимостью и без таковой (д.м.н. Т. В. Викторова).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

Впервые показано участие основного возбуждающего нейромедиатора ЦНС – глутамата – в регуляции механизмов адгезии клеток иммунной системы к эндотелию сосудов. Обнаружено, что глутамат (10–1000 мкМ) уси-

ливают адгезию Т-клеток к внеклеточному компоненту сосудистых стенок – фибронектину. Кроме того, показано значительное усиление в присутствии глутамата адгезии Т-лимфоцитов к интактным и активированным клеткам HUVEC в модели *in vitro* (чл.-к. Ю. В. Вахитова).

Основные публикации

Ахметгалева А. Ф., Хидиятова И. М., Сайфуллина Е. В., Идрисова Р. В., Магжанов Р. В., Хуснутдинова Э. К. Две новые мутации в гене SPG4 у пациентов с аутосомно-доминантной спластической параплегией // Генетика. 2016. Т. 52. № 6. С. 691–696.

Безрукова М. В., Фатхутдинова Р. А., Шакирова Ф. М. Защитное действие агглютинина зародыша пшеницы на протекание митоза в корнях проростков *Triticum aestivum* L. при воздействии кадмия // Физиология растений. 2016. Т. 63. № 3. С. 382–389.

Вахитова Ю. В., Садовников С. В., Борисевич С. С., Островская Р. У., Гудашева Т. А., Середенин С. Б. Молекулярный механизм действия ноопепта – замещенного PRO-GLY-дипептида // Acta Naturae. 2016. Т. 8, № 1. С. 90–98.

Веселова С. В., Бурханова Г. Ф., Нужная Т. В., Максимов И. В. Роль этилена и цитокининов в развитии защитных реакций в растениях *Triticum aestivum*, инфицированных *Septoria nodorum* // Физиология растений. 2016. Т. 63, № 5. С. 649–660.

Гарафутдинов Р. Р., Галимова А. А., Сахабутдинова А. Р., Чемерис А. В. ПЦР-анализ специфичной к последовательности ультразвуковой фрагментации ДНК // Молекулярная биология. 2016. Т. 50, № 2. С. 272–278.

Гилязова И. Р., Янкина М. А., Кунсбаева Г. Б., Климентова Е. А., Измайлов А. А., Павлов В. Н., Хуснутдинова Э. К. Характеристика мутаций в опухлях предстательной железы на основании данных секвенирования экзома // Генетика. 2016. Т. 52, № 9. С. 1097–1103.

Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Николенко А. Г. Семь генов митохондриального генома, позволяющие дифференцировать подвиды медоносной пчелы *Apis mellifera* // Генетика. 2016. Т. 52, № 10. С. 1176–1184.

Каримов Д. Д., Эрдман В. В., Насибуллин Т. Р., Туктарова И. А., Сомова Р. Ш., Тимашева Я. Р., Мустафина О. Е. Alu-инсерционно-делеционный полиморфизм генов COL13A1 и LAMA2: анализ ассоциаций с долгожительством // Генетика. 2016. Т. 52 (10). С. 1185–1193.

Кулуев Б. Р., Михайлова Е. В., Таипова Р. М., Чемерис А. В. Изменение фенотипа трансгенных растений амаранта *Amaranthus retroflexus* L. с конститутивной экспрессией гена ARGOS-LIKE // Генетика. 2016. Т. 52, № 12. С. 1388–1397.

Максимов И. В., Черепанова Е. А., Хайруллин Р. М., Вахитов В. А. Ингибирование ИУК-оксидазной активности анионной пероксидазы пшеницы хитоолигосахаридами // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52, № 5. С. 538–544.

Салтыкова Е. С., Каримова А. А., Гатауллин А. Р., Гайфуллина Л. Р., Матниязов Р. Т., Фролова М. А., Албулов А. И., Николенко А. Г. Влияние высокомолекулярных хитозанов на антиоксидантную и иммунную системы медоносной пчелы // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52, № 5. С. 545–549.

Яруллина Л. Г., Касимова П. И., Максимов И. В. Сигнальные молекулы в регуляции защитного ответа растений пшеницы на инфицирование *Septoria nodorum* // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52, № 5. С. 531–537.

Avalbaev A., Yuldashev R., Fedorova K., Somov K., Vysotskaya L., Allagulova Ch., Shakirova F. Exogenous methyl jasmonate regulates cytokinin content by modulating cytokinin oxidase activity in wheat seedlings under salinity // J. Plant Physiol. 2016. V. 191. P. 101–110.

Gimalova G. F., Karunas A. S., Fedorova Y. Y., Khusnutdinova E. K. The study of filaggrin gene mutations and copy number variation in atopic dermatitis patients from Volga-Ural region of Russia // Gene. 2016. P 591(1):85–9. doi: 10.1016/j.gene.2016.06.054. Epub 2016 Jun 28.

Illumäe A. M., Reidla M., Chukhryaeva M., Järve M., Post H., Karmin M., Saag L., Agdzhoyan A., Kushniarevich A., Litvinov S., Ekomasova N., Tambets K., Metspalu E., Khusainova R., Yunusbayev B., Khusnutdinova E. K., Osipova L. P., Fedorova S., Utevska O., Koshel S., Balanovska E., Behar D. M., Balanovsky O., Kivisild T., Underhill P. A., Villems R., Rootsi S. Human Y Chromosome Haplogroup N: A Non-trivial Time-Resolved Phylogeography that Cuts across Language Families // Am. J. Hum. Genet. 2016. V. 99, N 1. P. 163–173. doi: 10.1016/j.ajhg.2016.05.025.

Kar S. P., Beesley J., Amin A. B., Olama A., ..., Khusnutdinova E., ..., Eeles R., Pharoah P. D., Lambrechts D. Genome-Wide Meta-Analyses of Breast, Ovarian, and Prostate Cancer Association Studies Identify Multiple New Susceptibility Loci Shared by at Least Two Cancer Types // Cancer Discov. 2016. 6(9):1052–67. doi: 10.1158/2159-8290.CD-15-1227. Epub 2016 Jul 17. (17.07.2016, США).

Kuluev B. R., Avalbaev A. M., Mikhaylova E. V., Nikonov Y. M., Berezhneva Z. A., Chemeris A. V. Expression profiles and hormonal regulation of tobacco expansin genes and their involvement in abiotic stress response // Journal of Plant Physiology. 2016. V. 206. P. 1–12.

Mallick S., Li H., Lipson M., Mathieson I., ... Khusainova R., Khusnutdinova E., Litvinov S., ..., Kelso J., Patterson N., Reich D. The Simons Genome Diversity Project: 300 genomes from 142 diverse populations // Nature. 2016. 538(7624):201-206. doi: 10.1038/nature18964. Epub ahead of print.

Muranen T. A., Greco D., Blomqvist C., ..., Khusnutdinova E., Bermisheva M., ..., Easton D. F., Schmidt M. K., Nevanlinna H. Genetic modifiers of CHEK2*1100delC-associated breast cancer risk // Genet. Med. 2016 Oct 6. doi: 10.1038/gim.2016.147.

Pagani L., Lawson D. J., Jagoda E., ..., Karunas A., Litvinov S., Khusainova R., Ekomasova N., Akhmetova V., Khidiyatova I., ..., Khusnutdinova E. K., Metspalu E., Thomas M. G., Manica A., Nielsen R., Villems R., Willerslev E., Kivisild T., Metspalu M. Genomic analyses inform on migration events during the peopling of Eurasia // Nature. 2016. V. 538 (7624). P. 238–242. doi: 10.1038/nature19792.

Sarnowski C., Sugier P. E., Granell R., ..., Khusnutdinova E. K., ..., Karunas A. S., ..., Henderson A. J., Demenais F., Bouzigon E. Identification of a new locus at 16q12 associated with time to asthma onset // J. Allergy Clin. Immunol. 2016. V. 138 (4). P. 1071–1080. doi: 10.1016/j.jaci.2016.03.018.

Shakirova F. M., Ch. R. Allagulova, Maslennikova D. R., Klyuchnikova E. O., Avalbaev A. M., Bezrukova M. V. Salicylic acid-induced protection against cadmium toxicity in wheat plants // *Environ. Exp. Bot.* 2016. V. 122. P. 19–28.

Опубликовано: 2 монографии, 123 статьи, в том числе 34 – в зарубежных изданиях.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

ТИХООКЕАНСКИЙ ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ им. Г. Б. ЕЛЯКОВА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – академик РАН В. А. Стоник

Направление 52. Биологическое разнообразие

Впервые исследован состав эфирных масел восточно-азиатских растений *Spuriopimpinella calycina* (семейство зонтичные), *Senecio argunensis* (семейство сложноцветные), *Saussurea pulchella* (семейство сложноцветные). Доминирующими компонентами в растениях семейства зонтичные являются α -пинен, лимонен, сабинилацетат, в растениях семейства сложноцветные – кариофиленоксид, гермакрен Д. Эфирное масло *Senecio argunensis* проявляет (в эксперименте) острую летальную токсичность (ак. П. Г. Горовой, к.б.н. Р. В. Дудкин).

Опубликована монография «Полезные морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона». Используя результаты разнообразных исследований, в том числе собственных, авторы дают описание (на русском и английском языках) и приводят фотографии 282 видов морских водорослей, применяемых в качестве пищевых, кормовых и лекарственных растений (д.б.н. Э. А. Титлянов, к.б.н. Т. В. Титлянова, к.б.н. О. С. Белоус совместно с Национальным научным центром морской биологии ДВО РАН).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

В результате анализа таксономического разнообразия бактериального сообщества зеленой водоросли *Ulva fenestrata* (залив Петра Великого, Японское море) был отобран и детально фенотипически и генотипически охарактеризован штамм КММ 6515[†]. Данные проведенного филогенетического анализа, основанного на сравнении последовательностей 16S рРНК гена, показали, что изученный штамм относится к семейству *Rhodobacteriaceae* класса *Alphaproteobacteria* филума *Proteobacteria* и является новым для науки видом морских бактерий *Amylibacter ulvae* sp. nov. (д.б.н. О. И. Недашкова, чл.-к. В. В. Михайлов).

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

На примере изучения молекулярного механизма иммуномодулирующего действия кукумариозида A_2-2 , активной субстанции создаваемого в ТИБОХ ДВО РАН нового лекарственного препарата «Кумазид», объяснены физиологические эффекты съедобных голотурий (трепангов) – одного из самых ценных видов морепродуктов (sea food). Показано, что молекулярной мишенью кукумариозида являются мембранные пуринергические рецепторы макрофагов, взаимодействие с которыми приводит к резкому и обратимому входу ионов кальция в иммунные клетки и активации последних (к.б.н. Д. Л. Аминин, к.б.н. Е. А. Пислягин).

Совместно с тайваньскими учеными получена кристаллическая форма открытого в ТИБОХ ДВО РАН лектина CGL из мидии *Crenomytilus grayanus*, члена нового семейства лектинов, обладающего антираковой активностью. Установлено, что молекула CGL представляет собой β -трехлистник, димеризующийся в гантелеобразную четвертичную структуру. Каждая субъединица содержит три углевод-связывающих сайта, богатых гистидином. Связывание с лигандом дополнительно усиливается за счет водородных связей (д.х.н. П. А. Лукьянов).

Из дальневосточной морской губки *Melonanchora kobjakovae* выделен меланоид А, первый представитель нового класса гликолипидов. Эта уникальная гибридная молекула состоит из остатков глюкуроновой кислоты, тирамина и жирной кислоты с 6 функциональными группами. Меланоид А вызывает автофагию в эмбриональных опухолевых клетках человека, устойчивых к cisплатину, и может выступать в качестве прототипа для создания новых противоопухолевых средств (к.х.н. А. Г. Гузий., д.х.н. Т. Н. Макарева, к.х.н. В. А. Денисенко).

При оральном употреблении фукоидана из бурой водоросли *Fucus evanescens* у мышей с подкожным ксенографтом клеток карциномы толстого кишечника человека происходит подавление роста опухолей. Впервые показано, что действие фукоидана на опухолевые клетки проходит опосредованно через подавление активности серин-треонин протеинкиназы, участвующей в пролиферации, апоптозе и трансформации нормальных клеток в раковые (к.х.н. О. С. Вищук, д.х.н. С. П. Ермаков, д.х.н. Т. Н. Звягинцева).

Исследован противоопухолевый эффект морских природных соединений фрондозид А и ризохалинина на модели лекарственно-устойчивого рака простаты человека *in vitro* и *in vivo*. Фрондозид А *in vivo* ингибирует рост опухоли, при этом уменьшается количество легочных метастазов и циркулирующих опухолевых клеток в крови животных. Ризохалинин увеличивает цитотоксический эффект лекарственных препаратов, являющихся производными таксола, и *in vivo* ингибирует рост лекарственно-устойчивых опухолей без проявления существенных побочных эффектов (к.х.н. С. А. Дышловой, к.б.н. Е. Д. Менчинская, к.б.н. В. И. Калинин).

Изучен механизм функционирования OmpF порина из *Yersinia pseudotuberculosis* (YOmpF). Снижение pH раствора белка привело к существенному уменьшению проводимости канала YOmpF (но не связывания с мембраной) и сопровождалось появлением субсостояний канала, подобных таковым,

инициируемым добавлением лизофосфатидилхолина. Этот эффект, впервые продемонстрированный для пориновых каналов, свидетельствует о существенном влиянии липид-белковых взаимодействий, в частности кривизны бислоя, на характер проводимости поры (к.х.н. Г. А. Набережных, к.х.н. В. А. Хоменко., к.х.н. В. И. Горбач).

Десять новых гликозидов полигидроксистероидов были выделены из морской звезды *Anthenea aspera*. Выделенные соединения относятся к серии необычных стероидных гликозидов и имеют целый ряд редких структурных особенностей, благодаря которым их можно рассматривать как хемотаксономические маркеры морских звезд рода *Anthenea* (к.х.н. Маляренко, С. Д. Харченко, д.х.н. А. А. Куча).

Скрининг первичных антибактериальных метаболитов морской бактерии *Cobetia amphilecti* КММ 296, синтезируемых при совместном культивировании с патогенными микроорганизмами, выявил несколько нуклеолитических ферментов, которые разрушают зрелые и подавляют формирование новых биопленок. На основе полногеномного секвенирования и биоинформационного анализа генома *C. amphilecti* установлены нуклеотидные последовательности двух новых нуклеаз и высокоактивной щелочной фосфатазы, охарактеризованной ранее. Получены их рекомбинантные формы, оптимизированы методы выделения и очистки (к.б.н. Л. А. Балабанова, д.б.н. О. И. Недашковская, Л. В. Слепченко).

Установлена новая структура O-специфического полисахарида уникального строения морской грамотрицательной бактерии *Rheinheimera japonica* КММ 9513^T, построенного из разветвленных гексасахаридных повторяющихся звеньев. В составе полисахарида обнаружено пять аминированных моносахаридов, в том числе моносахарид с N-гликозидной связью, которая впервые обнаружена в полисахаридах грамотрицательных бактерий (к.х.н. М. С. Кокоулин, к.х.н. С. В. Томишч).

Из цистокарп распространенной на тихоокеанском побережье красной водоросли *Ahnfeltiopsis flabelliformis* выделен и охарактеризован желирующий полисахарид каррагинан, обладающий цитокин-индуцирующей способностью. Основными звеньями каррагинана являются йота-карратетраоза, йота-каррабиоза, а также гибридные тетра- и гексасахариды с различной последовательностью йота- и каппа-звеньев (к.х.н. А. О. Кравченко, к.х.н. С. Д. Анастюк, к.б.н. Е. В. Соколова).

Тринадцать новых тритерпеновых гликозидов выделены из дальневосточной голотурии *Cucumaria fallax* и вьетнамской голотурии *Colochirus robustus*. Эти вещества имеют новые типы углеводной цепи и новые агликоны. Некоторые из них проявляют высокую цитотоксическую, гемолитическую и противоопухолевую активности. Показано таксономическое значение этих соединений для улучшения систематики голотурий (к.х.н. А. С. Сильченко, д.х.н. А. А. Калиновский, д.х.н. С. А. Авилов).

Из морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* и *Mesocentrotus nudus* выделен новый аминаптохинон, 2-амино-3,5,6,7,8-пентагидрокси-1,4-нафтохинон (спинамин Е) с высокой антирадикальной активностью, превышающей активность α -токоферола более чем в 1,5 раза (асп. Е. А. Васильева, к.х.н. Н. К. Мищенко, д.х.н. С. А. Федорев).

Изучена фракция жирных кислот стеклянной губки *Aulosaccus* sp. Обнаружены 123 жирные кислоты, 110 из которых не были ранее найдены в стеклянных губках (включая девять новых соединений). Впервые выявлены некоторые важные особенности масс-спектрометрической фрагментации пирролидидов гомологичных циклопропан-содержащих жирных кислот (к.х.н. Е. А. Санталова., к.х.н. В. А. Денисенко).

С помощью электрофизиологических методов исследования показано, что новый пептид Кунитц-типа гHCRG21 из актинии *Heteractis crispa* является первым полным пептидным блокатором капсаицин-индуцируемых токов болевого рецептора TRPV1 (д.х.н. М. М. Монастырняя, к.ф.-м.н. Е. А. Зеленуга, асп. О. С. Синцова).

Два новых гваяновых производных были выделены из горгониевого коралла *Menella woodin*. Определены относительные конфигурации асимметрических центров, установлена абсолютная стереохимия новых соединений. Предложена схема биосинтеза гваяновых сесквитерпеноидов этого вида горгонарии (к.х.н. Е. Г. Ляхова, Д. В. Бердышев, к.х.н. С. А. Колесникова).

На ряде биологических моделей *in vitro* и *in vivo* исследованы антиоксидантная и антирадикальная активности полифенольных соединений (лютеолин, дисульфат лютеолина, розмариновая кислота), полученных по действующим технологиям и лабораторным регламентам из морских трав семейства *Zosteraceae*. Проведено сравнение их действия с действием известных антиоксидантов – аскорбиновой кислоты, дигидрокверцетина и тролоксама. Показан высокий терапевтический потенциал изучаемых соединений, особенно при экспериментальном лечении сахарного диабета второго типа и гиперлипидемии (д.б.н. А. М. Попов, к.х.н. О. Н. Кривошапко, д.х.н. А. А. Артюков).

Направление 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза

На примере патогена рыб *Yersinia ruckeri* изучен адаптивный ответ наружной мембраны грамотрицательных бактерий на неоптимальные условия культивирования. Показано, что изменение мембранной проницаемости связано со строгой регуляцией соотношения основных белков – поринов. На примере разнообразной по видам, источникам выделения и патогенности группы штаммов *Yersinia* рассмотрена эволюция гена, кодирующего аминокислотную последовательность одного из главных поринов – OmpC. Установлена роль положительного отбора и горизонтального переноса генов в диверсификации этого гена (Е. П. Быстрицкая, к.б.н. А. М. Стенкова., к.х.н. Д. К. Чистюлин).

Рассмотрен эндотоксин-нейтрализующий эффект каррагинанов различных структурных типов из красных водорослей семейств *Gigartinales* и *Thicocarpaceae*. Показано, что каппа- и каппа/йота-каррагинаны ингибируют апоптогическое действие липидов А липополисахаридов (ЛПС) бактерий *Proteus mirabilis* и *Burkholderia cepacia*. Каррагинаны с низкой степенью сульфатирования увеличивают синтез провоспалительного цитокина – интерлейкина-10 и ингибируют повышенную активацию нейтрофилов, вызванную ЛПС, что позволяет надеяться на терапевтическую значимость

этих полисахаридов при ЛПС-индуцированном воспалении (к.б.н. Е. В. Соколова., к.х.н. В. Н. Давыдова, к.х.н. А. О. Бянкина).

Установлено, что в наружной мембране бактерий *Yersinia pseudotuberculosis*, растущих при 37 °С или подвергнутых тепловому шоку, резко (в 3 раза) увеличивается количество анионного фосфатидилглицерина, что способствует повышению суммарного отрицательного заряда на поверхности бактерий. Предполагается, что регуляция содержания фосфолипидов при изменении условий культивирования может быть общей стратегией патогенных бактерий для обеспечения барьерной функции их наружной мембраны (к.х.н. Б.П. Бахолдина совместно с ДВФУ).

Направление 62. Биотехнология

Разработана технология комплексной переработки морской звезды *Patiria pectinifera*, в результате которой получены уникальные по составу липофильные соединения (воска и стерины), представляющие интерес для практического использования в косметологии и фармацевтической промышленности, и сумма каротиноидов, содержащая астаксантин – эффективный антиоксидант и кардиопротектор, зеаксантин и лютеин – защитные компоненты зрения и когнитивных функций мозга (д.х.н. А. А. Артюков., к.х.н. Т. Ю. Кочергина., Е. В. Купера).

Разработаны функциональные продукты питания:

медовая композиция «Золотой рог – Т» (с экстрактом морской травы *Zostera sp.*); СТО 02698170-006-2016;

медовая композиция «Золотой рог – В» (с экстрактом морских водорослей); СТО 02698170-007-2016.

Подготовлен к выпуску функциональный продукт питания – сироп на фруктозе «Тимарин» (экстракт морского ежа); СТО 02698170-001-2014.

Налажен выпуск опытных партий функционального продукта питания – медовой композиции «Золотой рог» (с экстрактом морского ежа); СТО 02698170-002-2015».

Основные публикации

Артюков А. А., Кочергина Т. Ю., Купера Е. В., Руцкова Т. А., Задорожный П. А., Елькин Ю. Н., Маханьков В. В., Козловская Э. П. Способ получения воска и стерина из морской звезды *Patiria pectinifera* // Патент РФ 2601311; 10.11.2016. Бюл. № 31.

Балабанова Л. А., Голотин В. А., Ковальчук С. Н., Бабий А. В., Шевченко Л. С., Сон О. М., Косовский Г. Ю., Рассказов В. А. Геном морской бактерии *Cobetia marina* КММ 296, выделенной из мидии *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) // Биология моря. 2016. Т. 42, № 1. С. 78–81.

Попов А. М., Осипов А. Н., Корепанова Е. А., Кривошапко О.Н., Артюков А. А., Климович А. А. Изучение антиоксидантной и мембранной активности лютеолина с использованием различных модельных систем // Биофизика. 2016. Т. 61, вып. 6. С. 1079–1087.

Попов А. М., Кривошапко О. Н., Климович А. А., Артюков А. А. Биологическая активность и механизмы лечебного действия розмариновой кислоты, лютеолина и его сульфатированных производных // Биомедицинская химия. 2016. Т. 62, вып. 1. С. 22–30.

Тутлянов Э. А., Тутлянова Т. В., Белоус О. С. Полезные морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона // Владивосток: Дальнаука, 2016. 348 с.

Aminin D. L., Pislyagin E. A., Astashev M., Es'kov A., Kozhemyako V. B., Avilov S. A., Zelepuga E. A., Yurchenko E. A., Kaluzhskiy L., Kozlovskaya E. P., Ivanov A., Stonik V. A. Glycosides from edible sea cucumbers stimulate macrophages via purinergic receptors // Scientific Reports. 2016. V. 6. Article No. 39683; doi: 10.1038/srep39683.

Arabski M., Barabanova A. O., Galczyńska K., Węgierek-Ciuk A., Dzikowska K., Augustyniak D., Drulis-Kawad Z., Lankoffc A., Yermak I. M., Molinaro A., Kaca W. Modification biological activity of S and R forms of *Proteus mirabilis* and *Burkholderia cepacia* lipopolysaccharides by carrageenans // Carbohydr. Polymers. 2016. V. 149. P. 408–414.

Balabanova L. A., Nedashkovskaya O. I., Podvolotskaya A. B., Slepchenko L. V., Golotin V. A., Belik A. A., Shevchenko L. S., Son O., Rasskazov V. A. Data supporting functional diversity of the marine bacterium *Cobetia amphilecti* KMM 296 // Data in Brief. 2016. V. 28, N 8. P. 726–732.

Bystritskaya E. P., Stenkova A. M., Chistuylin D. K., Chernysheva N. Yu., Khomenko V. A., Anastyuk S. D., Novikova O. D., Rakin A., Isaeva M. P. Adaptive responses of outer membrane porin balance of *Yersinia ruckeri* under different incubation temperature, osmolarity, and oxygen availability // Microbiologyopen. 2016. V. 5, N 4. P. 597–603.

Davydova L. A., Bakholdina S. I., Barkina M. Yu., Velansky P. V., Bogdanov M. V., Sanina N. M. Effects of elevated growth temperature and heat shock on the lipid composition of the inner and outer membranes of *Yersinia pseudotuberculosis* // Biochimie. 2016. V. 123. P. 103–109.

Dyshlovoy S. A., Menchinskaya E. S., Venz S., Rast S., Amann K., Hauschild J., Otte K., Kalinin V. I., Silchenko A. S., Avilov S. A., Alsdorf W., Madanchi R., Bokemeyer C., Schumacher U., Walther R., Aminin D.L., Fedorov S.N., Shubina L. K., Stonik V. A., Balabanov S., Honecker F., von Amsberg G. The marine triterpene glycoside frondoside A exhibits activity *in vitro* and *in vivo* in prostate cancer // Int. J. Cancer. 2016. V. 138, N 10. P. 2450–2465.

Dyshlovoy S.A., Otte K., Alsdorf W.H., Hauschild J., Lange T., Venz S., Bauer C.K., Bähring R., Amann K., Mandanchi R., Schumacher U., Schröder-Schwarz J., Makarieva T. N., Guzii A. G., Tabakmakher K. M., Fedorov S. N., Shubina L. K., Kasheverov I. E., Ehmke H., Steuber T., Stonik V. A., Bokemeyer C., Honecker F., von Amsberg G. Marine compound rhizochalinin shows high *in vitro* and *in vivo* efficacy in castration resistant prostate cancer // Oncotarget. 2016. V. 7, N 43. P. 69703–69717.

Guzii A. G., Makarieva T. N., Denisenko V. A., Dmitrenok P. S., Kuzmich A. S., Dyshlovoy S. A., von Amsberg G., Krasokhin V. B., Stonik V. A. Melonoside A: an ω-glycosylated fatty acid amide from the Far Eastern Marine Sponge *Melonanchora kobjakovae* // Org. Lett. 2016. V. 1, N 14. P. 3478–3481.

Kokoulin M. S., Tomshich S. V., Kalinovskiy A. I., Romanenko L. A., Mikhailov V. V., Komandrova N. A. Structure of the O-specific polysaccharide from the marine bacterium *Rheinheimera japonica* KMM 9513^T, containing N-glycosidic bond between monosaccharides // Carbohydr. Res. 2016. V. 427. P. 6–12.

Kravchenko A. O., Anastyuk S. D., Sokolova E. V., Isakov V. V., Glazunov V. P., Helbert W., Yermak I. M. Structural analysis and cytokine-induced activity of gelling sulfated polysaccharide from the cystocarpic plants of *Ahnfeltiopsis flabelliformis* // Carbohydr. Polymers. 2016. V. 151. P. 523–534.

Liao J. H., Chien C. T., Wu H. Y., Huang K. F., Wang I., Ho M. R., Tu I. F., Lee I. M., Li W., Shih Y. L., Wu C. Y., Lukyanov P. A., Hsu S. T., Wu S. H. A multivalent marine lectin from *Crenomytilus grayanus* possesses anti-cancer activity through recognizing Globotriose Gb3 // J. Am. Chem. Soc. 2016. V. 138, No. 14. P. 4787–4795.

Lyakhova E. G., Diep Ch. N., Berdyshev D. V., Kolesnikova S. A., Kalinovskiy A. I., Dmitrenok P. S., Tu V. A., Cuong N. X., Thanh N. V., Nam N. H., Kiem Ph. V., Stonik V. A., Minh Ch. V. Guaiane sesquiterpenoids from the gorgonian *Menella woodin* // Nat. Prod. Commun. 2016. V. 11, N 7. P. 913–916.

Malyarenko T. V., Kharchenko S. D., Kicha A. A., Ivanchina N. V., Dmitrenok P. S., Chingizova E. A., Pisylyagin E. A., Evtushenko E. V., Antokhina T. I., Minh C. V., Stonik V. A. Anthenosides L-U, steroidal glycosides with unusual structural features from the starfish *Anthenea aspera* // J. Nat. Prod. 2016. V. 79. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b00667.

Monastyrnaya M., Peigneur S., Zelepuga E., Sintsova O., Gladkikh I., Leychenko E., Isaeva M., Tytgat J., Kozlovskaya E. Kunitz-type peptide HCRG21 from the sea anemone *Heteractis crispa* is a full antagonist of the TRPV1 receptor // Mar. Drugs. 2016. V. 14, No.12. P. 229 [1–20] DOI:10.3390/md 14120229.

Nedashkovskaya O. I., Kukhlevskiy A. D., Zhukova N. V., Kim S. B. *Amylibacter ulvae* sp. nov., a new alphaproteobacterium isolated from the Pacific green alga *Ulva fenestrata* // Arch.Microbiol. 2016. Issue 3. V. 198. P. 251–256.

Rokitskaya T.I., Kotova E. A., Naberezhnykh G. A., Khomenko V. A., Gorbach V. I., Firsov A. M., Zelepuga E. A., Antonenko Yu. N., Novikova O. D. Single channel activity of OmpF-like porin from *Yersinia pseudotuberculosis* // BBA. 2016. V. 1858, No 4. P. 883–891.

Santalova E. A., Denisenko V. A. Fatty acids from a glass sponge *Aulosaccus* sp. Occurrence of new cyclopropane-containing and methyl-branched acids // Lipids. 2016. DOI: 10.1007/s11745-016-4214-1.

Silchenko A. S., Kalinovskiy A. I., Avilov S. A., Andryjaschenko P. V., Dmitrenok P. S., Kalinin V. I., Yurchenko E. A., Dolmatov I. Yu. Colochirosides A1, A2, A3 and D, four novel sulfated triterpene glycosides from the sea cucumber *Colochirus robustus* (Cucumariidae, Dendrochirotida) // Nat. Prod. Commun. 2016. V. 11, N 3. P. 381–387.

Silchenko A. S., Kalinivskiy A. I., Avilov S. A., Adnryjaschenko P. V., Dmitrenok P. S., Kalinin V. I., Martyyas E. A., Minin K. V. Fallaxosides C1, C2 D1 and D2, unusual oligosulfated triterpene glycosides from the sea cucumber *Cucumaria fallax* (Cucumariidae, Dendrochirotida, Holothurioidea) and a taxonomic stratus of this animal // Nat. Prod. Commun. 2016. V. 11, N 7. P. 939–945.

Sokolova E. V., Karetin Yu. A., Davydova V. N., Byankina A. O., Kalitnik A. A., Bogdanovich L. N., Yermak I. M. Carrageenans effect on neutrophils alone and in combination with LPS in vitro. // J. Biomed. Mater. Res. Part A. 2016. V. 104, N 7. P. 1603–1609.

Stenkova A. M., Bystritskaya E. P., Guzev K. V., Rakin A. V., Isaeva M. P. Molecular evolution of the *Yersinia major* outer membrane protein C (OmpC) // *Evol. Bioinform. Online*. 2016. V. 12. P. 185–191.

Suleimen E. M., Iskakova Zh. B., Gorovoi P. G., Dudkin R. V., Ibataev Zh. A., Wang M., Khan I., Ross S. A. Constituent composition and cytotoxic activity of essential oil from *Spuriopimpinella calycina* // *Chem. Nat. Comp.* 2016. V. 52, N 1. P. 176–177.

Suleimen E. M., Iskakova Zh. B., Ibataev Zh. A., Gorovoi P. G., Dudkin R. V., Ross S. A. Constituent composition and cytotoxic activity of essential oil from *Senecio argunensis* // *Chem. Nat. Comp.* 2016. V. 52, N 6. P. 1125–1126.

Vasileva E. A., Mishchenko N. P., Zadorozhny P. A., Fedoreyev S. A. New Aminonaphthoquinone from the sea urchins *Strongylocentrotus pallidus* and *Mesocentrotus nudus* // *Nat. Prod. Commun.* 2016. V. 11, N 6. P. 821–824.

Vishchuk O. S., Sun H., Wang Z., Ermakova S. P., Xiao J., Lu T., Xue P., Zvyagintseva T. N., Xiong H., Shao C., Yan W., Duan Q., Zhu F. PDZ-binding kinase / TLAК cell-originated protein kinase is a target of the fucoidan from brown alga *Fucus evanescens* in the prevention of EGF-induced neoplastic cell transformation and colon cancer growth // *Oncotarget*. 2016. V. 7, N 14. P. 18763–18773.

Опубликовано: 6 монографий; 1 сборник статей; 204 статьи, из них 46 на русском и 158 на иностранных языках.

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН Директор – академик РАН А. Г. Дегерменджи

Направление 57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов. Протеомика. Биокатализ

Получена пространственная структура митрокомина с разрешением 1.30 Å. Анализ кДНК выявленных изоформ митрокомина позволил предположить, что две изоформы могут быть продуктами двух аллельных генов, отличающихся по одному аминокислотному остатку, тогда как остальные изоформы, по-видимому, являются продуктами транскрипционных мутаций. Показано, что С-концевой тирозин не является остатком, необходимым для биолюминесценции митрокомина, так как его удаление увеличивает удельную биолюминесцентную активность и эффективность активации белка. Полученные данные актуальны для дальнейшего клонирования и изучения изоформ фотопротеинов (с.н.с. Л.П. Буракова, к.б.н. П. В. Наташин, к.б.н. С. В. Маркова, к.б.н. Е. В. Еремеева, к.б.н. Н. П. Маликова, к.б.н., Е. С. Высоцкий).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

Разработан новый применительно к суше метод выявления пространственной неоднородности нелинейных трендов NDVI на основе космических данных. Для анализа использовалась многолетняя спутниковая информация по динамике растительности в глобальном масштабе. Основная метода – вычисление скользящей дисперсии для выявления пространственного распределения типов нелинейных трендов. Названный подход позволил выявить квазистационарные зоны, отражающие распределение районов с подобными изменениями трендов NDVI в глобальном масштабе. Выявлено соответствие пространственного распределения типов трендов применительно к различным природным зонам. Границы между этими зонами показывают значительное увеличение дисперсии. Разработанный и апробированный метод открывает новые возможности для получения фундаментальных знаний: о функционировании биосферы, о последствиях глобального потепления, об изменении границ вечной мерзлоты, о глобальном газообмене и т. д. (д.т.н. А. П. Шевырьegov, А. А. Ларько).

Направление 62. Биотехнология

С использованием биорезорбируемых полиэфиров «Биопластоган» разработаны композитные 3D-имплантаты, перспективные для челюстно-лицевой хирургии и краниопластики. Доказана эффективность их применения для реконструкции дефектов глазной орбиты и плоских костей черепа, имеющих низкую регенеративную способность. Положительные результаты, полученные на лабораторных животных, позволили начать исследования в клинических условиях (к.б.н. А. А. Шуилова, д.б.н. Е. И. Шишацкая).

Основные публикации

Aliева R. R., Tomilin F. N., Kuzubov A. A., Ovchinnikov S. G., Kudryasheva N. S. Ultraviolet fluorescence of coelenteramide and coelenteramide-containing fluorescent proteins. Experimental and theoretical study // *J. Photochem. Photobiol. B.* 2016, 162, 318–323.

Baatar B., Chiang P.-W., Rogozin D. Yu., Wu Yu-T., Tseng C.-H., Yang Ch.-Yu, Chiu H.-H., Oyuntsetseg B., Degermendzhy A. G. and Tang S.-L. Bacterial Communities of Three Saline Meromictic Lakes in Central Asia. // *PLoS ONE.* 2016. V. 11, e0150847, doi:10.1371/journal.pone.0150847.

Bartsev S. I., Pochekutov A. A. The vertical distribution of soil organic matter predicted by a simple continuous model of soil organic matter transformations // *Ecological Modelling,* 2016, 328, 95–98.

Burakova L. P., Natashin P. V., Malikova N. P., Niu F., Pu M., Vysotski E. S., Liu Z. J. All Ca²⁺-binding loops of light-sensitive ctenophore photoprotein berovin bind magnesium ions: The spatial structure of Mg²⁺-loaded apo-berovin // *J. Photochem. Photobiol. B.* 2016, 154, 57–66.

Burakova L. P., Stepanyuk G. A., Ereemeeva E. V., Vysotski E. S. Role of certain amino acid residues of coelenterazine-binding cavity in bioluminescence of light-sensitive Ca²⁺-regulated photoprotein berovin. *Photochem. Photobiol. Sci.* 2016, 15, 691–704.

Burakova L. P., Natashin P. V., Markova S. V., Ereemeeva E. V., Malikova N. P., Cheng C., Liu Z. J., Vysotski E. S. Mitrocomin from the jellyfish *Mitrocoma cellularia* with deleted C-terminal tyrosine reveals a higher bioluminescence activity compared to wild type photoprotein // *J. Photochem. Photobiol. B.* 2016, 162, 286–297.

Gladyshev M. I., Makhutova O. N., Kravchuk E. S., Anishchenko O. V., Sushchik N. N. Stable isotope fractionation of fatty acids of *Daphnia* fed laboratory cultures of microalgae // *Limnologica.* 2016. V.56. P. 23–29.

Gladyshev M. I., Sushchik N. N., Shulepina S. P., Ageev A. V., Dubovskaya O. P., Kolmakova A. A., Kalachova G. S. Secondary production of highly unsaturated fatty acids by zoobenthos across rivers contrasting in temperature. // *River Research and Applications.* 2016. V. 32. P. 1252–1263.

Gribble M. O., Karimi R., Feingold B. J., Nyland J. F., O'Hara T. M., Gladyshev M. I., Chen C. Y. Mercury, selenium and fish oils in marine food webs and implications for human health. // *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.* 2016. V. 96. P. 43–59.

Gulnov D., Nemtseva E., Kratasyuk V. Contrasting relationship between macro- and microviscosity of the gelatin and starch based suspensions and gels. *Polymer Bulletin* 2016, V. 73, 3421–3435.

Deeva A. A., Temlyakova E. A., Sorokin A. A., Nemtseva E. V., Kratasyuk V. A. Structural distinctions of fast and slow bacterial luciferases revealed by phylogenetic analysis. *Bioinformatics* 2016, V. 32, 3053–3057.

Makhutova O. N., Shulepina S. P., Sharapova T. A., Dubovskaya O. P., Sushchik N. N., Baturina M. A., Pryanichnikova E. G., Kalachova G. S., Gladyshev M. I. Content of polyunsaturated fatty acids essential for fish nutrition in zoobenthos species // *Freshwater Science.* 2016. V. 35. P. 1222–1234.

Mogilnaya O. A., Ronzhin N. O., Bondar V. S. Comparative evaluation of total peroxidase and catalase activities during light emission of luminous fungus *Neonothopanus nambi*. *Mycosphere.* 2016. V. 7. N. 4. P. 499–510.

Piperigkou Z., Karamanou K., Engin A. B., Gialeli C., Docea A. O., Vynios D., Pavao M., Golokhvast K., Shtilman M., Argiris A., Shishatskaya E., Tsatsakis A. Emerging aspects of nanotoxicology in health and disease: from agriculture and food sector to cancer therapeutics // *Food and Chemical Toxicology.* 2016. V. 91. P. 42–57.

Puzyr A. P., Medvedeva S. E., Bondar V. S. The use of glowing wood as a source of luminescent culture of fungus mycelium. *Mycosphere.* 2016. V. 7. N. 1. P. 1–17.

Puzyr A. P., Medvedeva S. E. Luminescence of wood samples during long-term storage // *Mycosphere.* 2016. V. 7. N. 6. P. 716–727.

Shishatskaya E. I., Nikolaeva E. D., Vinogradova O. N., Volova T. G. Experimental wound dressings of degradable PHA for skin defect repair // *J Mater Sci: Mater Med.* 2016. V. 27. I. 11. P. 1–16.

Shishatskaya E. I., Nikitovic D., Shabanov A. V., Tzanakakis G. N., Tsatsakis A. M., Menzianova N. G. Short-term culture of monocytes as an in vitro evaluation system for bionanomaterials designated for medical use // *Food and Chemical Toxicology.* 2016. V. 96. P. 302–308.

Sushchik N. N., Yurchenko Y. A., Belevich O. E., Kalachova G. S., Kolmakova A. A., Gladyshev M. I. Waterbugs (Heteroptera: Nepomorpha and Gerromorpha) as sources of essential n-3 polyunsaturated fatty acids in Central Siberian ecoregions. // *Freshwater Biology*. 2016. V. 61. P. 1787–1801.

Syromotina D. S., Surmenev R. A., Surmeneva M. A., Boyandin A. N., Epple M., Ulbricht M., Oehr C., Volova T. G. Oxygen and ammonia plasma treatment of poly(3-hydroxybutyrate) films for controlled surface zeta potential and improved cell compatibility // *Materials Letters*. 2016. V.163. P. 277–280.

Syromotina D. S., Surmenev R. A., Surmeneva M. A., Boyandin A. N., Nikolaeva D., Prymak O., Epple, Ulbricht M., Oehr C., Volova T. G. Surface wettability and energy effects on the biological performance of poly-3-hydroxybutyrate films treated with RF plasma // *Materials Science & Engineering C*. 2016. V. 62. P. 450–457.

Tikhomirova N. A., Ushakova S. A., Shklavtsova E. S., Anishchenko O. V., Mikheeva Yu. A., and Tikhomirov A. A. Effects of PAR Intensity and NaCl Concentration on Growth of *Salicornia europaea* Plants as Relevant to Artificial Ecological Systems // *Russian Journal of Plant Physiology*. 2016. Vol.63, No.4. P. 474–482.

Vereshchagina K. P., Shatilina Z. M., Bedulina D. S., Gurkov A. N., Axenov-Gribanov D. V., Baduev B. K., Kondrateva E. S., Gubanov M. V., Zadereev E. S., Sokolova I. M. and Timofeyev M. A. Salinity modulates thermotolerance, energy metabolism and stress response in amphipods *Gammarus lacustris* // *PeerJ*. 2016. N 4. e2657.

Volova T. G., Vinogradova O. N., Zhila N. O., V. Peterson I. V., Kiselev E. G., Vasiliev A. D., Sukovaty A. G., Shishatskaya E. I. Properties of a novel quaterpolymer P(3HB/4HB/3HV/3NHx) // *Polymer*. 2016. V. 101. P. 67–74.

Барон А. В., Осипов Н. В., Яценко С. В., Кокотюха Ю. А., Барон И. И., Пузырь А. П., Ольховский И. А., Бондарь В. С. Адсорбция наноалмазами вирусных частиц из плазмы крови больных вирусными гепатитами. ДАН. 2016. Т. 469. № 2. С. 235–237.

Бархатов Ю. В., Тихомиров А. А., Ушакова С. А., Шихов В. Н., Барцев С. И., Дегерменджи А. Г. Экспериментальное моделирование влияния повышения среднетемпературы на круговорот углерода в тундровых экосистемах // ДАН (Геохимия), 2016, том 471, № 2, с. 196–198.

Барцев С. И., Гителзон И. И. Математическая модель глобальных процессов деградации пластика в Мировом океане с учетом распределения поверхностной температуры // ДАН (Науки о Земле), 2016, 466, 4. С. 478–481.

Болсуновский А. Я., Трофимова Е. А., Деметьев Д. В., Карпов А. Д. Интенсивность накопления урана-238 представителями разных экологических уровней экосистемы р. Енисей // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2016. № 2 (34). С. 161–171.

Борисова Е. В., Махутова О. Н., Гладышев М. И., Суцник Н. Н. Поток биомассы и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот из воды на сушу при вылете хирономид из горного озера // Сибирский экологический журнал. 2016. Т. 23, № 4. С. 543–556.

Винник Ю. С., Чайкин А. А., Назарьянц Ю. А., Петрушко С. И., Шишацкая Е. И., Маркелова Н. М., Чайкин А. Н. Применение полигидроксиалканао

тов в лапароскопической iprom-пластике послеоперационных вентральных грыж // Эндоскопическая хирургия. 2015. № 4. С. 3–7.

Гладышев М. И., Попова О. Н., Махутова О. Н., Зинченко Т. Д., Головатюк Л. В., Юрченко Ю. А., Калачева Г. С., Крылов А. В., Сущик Н. Н. Сравнение состава жирных кислот у птиц, добывающих пищу в воде и на суше // Сибирский экологический журнал. 2016. Т. 23, № 4. С. 611–622.

Зотина Т. А., Трофимова Е. А., Дементьев Д. В., Карпов А. Д., Паньков Е. В., Болсуновский А. Я. Содержание техногенных радионуклидов в рыбах р. Енисей в период работы реакторного производства на Горно-химическом комбинате и после его остановки // Вопросы радиационной безопасности. 2016. № 2. С. 28–35.

Калачева Г. С., Родичева Э. К., Бондарь В. С., Медведева С. Е., Гительзон И. И. Состав жирных кислот липидов светящегося гриба *Neonothopanus pambi* при разных условиях культивирования. Микология и фитопатология. 2016. Т. 50. № 5. С. 318–328.

Лазаренко В. И., Шумилова А. А., Проскурин Е. В., Волков В. А., Кириченко А. К., Шишацкая Е. И. Реконструкция модельных дефектов нижней стенки глазной орбиты лабораторных животных с применением резорбируемых 3d-пластин // Журнал Сибирского федерального университета. Серия Биология. 2016. Вып. 1 Т. 9. С. 98–108.

Махутова О. Н., Шаранова Т. А., Калачева Г. С., Шулепина С. П., Гладышев М. И. Особенности состава жирных кислот *Gammarus lacustris* в рыбных и безрыбных озерах // Доклады АН. 2016. Т. 466, № 2. С. 225–227.

Медведева М. Ю., Болсуновский А. Я. Спектр хромосомных aberrаций в корневой меристеме *E. canadensis* из районов р. Енисей с разными типами техногенного загрязнения // Экологическая генетика. 2016. Т. XIV, № 2. С. 57–66.

Салтыков М. Ю., Морозов Е. А., Трифонов С. В., Мурыгин А. В., Тихомиров А. А. Компьютерная автоматизация установки «мокрого сжигания» органических отходов для замкнутых экосистем // Вестник СибГАУ. 2016. Т. 7, № 2. С. 438–443.

Сидько А. Ф., Ботвич И. Ю., Письман Т. И., Шевырногов А. П. Поляризационные характеристики агроценозов и их анализ по наземным дистанционным измерениям // Исследование Земли из космоса, 2016, 3. С. 59–65.

Тихомиров А. А., Ушакова С. А. Создание экспериментальных моделей замкнутых биолого-технических систем космического назначения на расчетную «долю человека» // Пилотируемые полеты в космос. 2016. № 2 (19). С. 82–90.

Пузырь А. П., Медведева С. Е., Бондарь В. С. Выделение культуры грибного мицелия из светящейся древесины // J. Sib. Fed. Univ. Biol. 2016. V. 9. N. 3. P. 304–320.

Опубликовано: 84 статей, из них 56 на русском языке в российских журналах и 28 на иностранных языках в зарубежных журналах.

ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – академик РАН В. В. Власов

Направление 62. Биотехнология

Впервые успешно продемонстрирована эффективность использования нового типа олигонуклеотидных производных – фосфорил-гуанидиновых олигонуклеотидов (ФГО) – выступать в качестве высокоспецифичных зондов в электрических биосенсорах. С использованием полупроводниковых нанопроволочных транзисторов (КНИ-транзисторов), несущих незаряженные ФГО, продемонстрирована возможность выявления биомаркеров немелкоклеточного рака легкого – специфических некодирующих РНК, включая микроРНК. Специфичность сигнала нанопроволочного сенсора, действующего по принципу label-free детектора, доказана в параллельных экспериментах с использованием стеклянных биочипов и флуоресцентно меченными аналогами РНК-маркеров немелкоклеточного рака легкого – специфических некодирующих РНК, включая микроРНК (чл.-к. Д. В. Пышный).

Разработана технология изготовления 3Д матриц методом электроспиннинга 3Д и исследованы 3Д матрицы, в которых в качестве базовых полимеров используются полиуретаны Tecoflex® и Pellethane™ с повышенной стабильностью в биологических средах. Данные о физико-химических свойствах и высокая биосовместимость полученных материалов демонстрируют, что такие материалы могут быть использованы для реконструкции элементов сердечно-сосудистой системы (к.б.н. П. П. Лактионов).

Показано, что применение солоксолон метила (СМ) эффективно как на модели каррагинан-индуцированного, так и на модели гистамин-индуцированного острого воспаления. На модели асцитной опухоли Кребс-2, развитие которой сопровождается воспалительным процессом в окружающих тканях, продемонстрирована способность СМ подавлять рост опухоли и снижать количество опухолевых клеток в асцитной жидкости. Показано, что действие СМ на опухолевые клетки сопровождается значительной активацией экспрессии генов, задействованных в регуляции апоптоза, стресса эндоплазматического ретикулума, клеточного цикла, окислительного стресса и клеточного гомеостаза (д.б.н. М. А. Зенкова).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Изолированы и охарактеризованы бактериофаги *Acinetobacter baumannii-calcoaceticus complex*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter cloacae*, *Enterococcus faecalis*/*E. faecium*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus*, охарактеризованы их литические свойства и круг хозяев, определены и проанализированы полногеномные последовательности. Сформирован полиспецифический коктейль, включающий потенциально терапевтические бактериофаги *Staphylococcus aureus*/*S. epidermidis*, *Citrobacter freundii*, *Enterococcus faecalis*/*E. faecium*,

Enterobacter cloacae, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis*/*P.vulgaris*; проанализированы стабильность и антибактериальные свойства коктейля, оптимизированы условия опытно-промышленной наработки и очистки бактериофагов (д.б.н. Н. В. Тикунова).

Основные публикации

Babaylova E. S., Malygin A. A., Lomzov A. A., Pyshnyi D. V., Yulikov M., Jeschke G., Krumkacheva O. A., Fedin M. V., Karpova G. G., Bagryanskaya E. G. Complementary-addressed site-directed spin labeling of long natural RNAs // *Nucleic Acids Res.* 2016. V. 44 (16). P. 7935–7943.

Bian C., Hu Y., Ravi V., Kuznetsova I. S., Shen X., Mu X., Sun Y., You X., Li J., Li X., Qiu Y., Tay B.-H., Thevasagayam N. M., Komissarov A. S., Trifonov V., Kabilov M. R., Tupikin A. E., Luo J., Liu Y., Song H., Liu C., Wang X., Gu D., Yang Y., Li W., Polgar G., Fan G., Zeng P., Zhang H., Tang Z., Peng C., Ruan Z., Yu H., Chen J., Fan M., Huang Y., Wang M., Zhao X., Hu G., Yang H., Wang J., Wang J., Xu X., Song L., Xu G., Xu P., Xu J., O'Brien S.J., Orbán L., Venkatesh B & Shi Q. The Asian arowana (*Scleropages formosus*) genome provides new insights into the evolution of an early lineage of teleosts // *Scientific Reports.* 2016. V. 6. a. n. 24501.

Bonder M. J., Kurilshchikov A. M., Tigchelaar E. F., Mujagic Z., Imhann F., A. V., Deelen P., Vatanen T., Schirmer M., Smeekens S. P., Zhernakova D. V., Jankipersadsing S. A., Jaeger M., Oosting M., Cenit M. C., Masclee A. A., Swertz M. A., Li Y., Kumar V., Joosten L., Harmsen H., Weersma R. K., Franke L., Hofker M. H., Xavier R. J., Jonkers D., Netea M. G., Wijmenga C., Fu J., Zhernakova A. The effect of host genetics on the gut microbiome // *Nature Genetics.* 2016. V. 48 (11). P. 1407–1412.

Bulygin K. N., Bartuli Y. S., Malygin A. A., Graifer D. M., Frolova L. Yu., Karpova G. G. Chemical footprinting reveals conformational changes of 18S and 28S rRNAs at different steps of translation termination on the human ribosome // *RNA.* 2016. V. 22 (2). P. 278–289.

Davydova A. S., Vorobjeva M. A., Pyshnyi D. V., Altman S., Vlassov V. V., Venyaminova A. G. Aptamers against pathogenic microorganisms // *Crit. Rev. Microbiol.* 2016. V. 42 (6). P. 847–865.

Dmitriyenko E. V., Naumova O., Fomin B., Kupryushkin M. S., Volkova A., Amirkhanov N. V., Semenov D. V., Pyshnaya I. A., Pyshnyi D. V. Surface modification of SOI-FET sensors for label-free and specific detection of short RNA analyte // *Nanomedicine.* 2016. V. 11 (16). P. 2073–2082.

Dovydenko I. S., Tarassov I., Venyaminova A. G., Entelis N. Method of carrier-free delivery of therapeutic RNA importable into human mitochondria: Lipophilic conjugates with cleavable bonds // *Biomaterials.* 2016. V. 76. P. 408–417.

Falony G., Joosens M., Vieira-Silva S., Wang J., Darzi Y., Faust K., Kurilshchikov A. M., Bonder M., Valles-Colomer M., Vandeputte D. Raul Y. Tito., Chaffron S., Rymenans L., Verspecht C., De Sutter L., Lima-Mendez G., D'hoek K., Jonckheere K., Homola D., Garcia R., Tigchelaar E. F., Eeckhaudt L., Fu J., Henckaerts L., Zhernakova A., Wijmenga C., Raes J. Population-level analysis of gut microbiome variation // *Science.* 2016. V. 352 (6285). P. 560–564.

Grin I. R., Ishchenko A. A. An interplay of the base excision repair and mismatch repair pathways in active DNA demethylation // *Nucleic Acids Res.* 2016. V. 44 (8). P. 3713–3727.

Kochneva G. V., Sivolobova G., Tkacheva A., Grazhdantseva A. A., Troitskaya O. S., Nushtaeva A. A., Tkachenko A. V., Kuligina E. V., Richter V. A., Koval O. A. Engineering of double recombinant vaccinia virus with enhanced oncolytic potential for solid tumor virotherapy // *Oncotarget.* 2016. V. 7 (45). P. 74171–74188.

Kutikhin A. G., Velikanova E. A., Mukhamadiyarov R. A., Glushkova T. V., Borisov V. V., Matveeva V., Antonova L. V., Filip'ev D. E., Golovkin A. S., Shishkova D. K., Burago A. Y., Frolov A. V., Dolgov V. Y., Efimova O. S., Popova A. N., Malysheva V. Y., Russakov D. M., Lomzov A. A., Pyshnyi D. V., Gutakovskiy A. K., Zhivodkov Y. A., Demidov E. A., Peltek S. E., Dolganyuk V. F., Babich O. O., Grigoriev E. V., Brusina E. B., Barbarash O. L., Yuzhalin A. E. Apoptosis-mediated endothelial toxicity but not direct calcification or functional changes in anti-calcification proteins defines pathogenic effects of calcium phosphate bions // *Scientific Reports.* 2016. V. 6. P. 27255.

Kuzhelev A. A., Shevelev G. Y., Krumkacheva O. A., Tormyshev V. M., Pyshnyi D. V., Fedin M. V., Bagryanskaya E. G. Saccharides as prospective immobilizers of nucleic acids for room-temperature structural EPR studies // *Journal of Physical Chemistry Letters.* 2016. V. 7 (13). P. 2544–2548.

Li H., Endutkin A. V., Bergonzo C., Campbell A. J., delos Santos C., Grollman A. P., Zharkov D. O., Simmerling C. A dynamic checkpoint in oxidative lesion discrimination by formamidopyrimidine–DNA glycosylase // *Nucleic Acids Res.* 2016. V. 44. P. 683–694.

Schirmer M., Smeekens S., Vlamakis H., Jaeger M., Oosting M., Franzosa E. A., Jansen T., Jacobs L., Bonder M. J., Kurilshchikov A. M., Fu J., Joosten L. A., Zhernakova A., Huttenhower C., Wijmenga C., Netea M. G., Xavier R. J. Linking the human gut microbiome to inflammatory cytokine production capacity // *Cell.* 2016. V. 167 (4). P. 1125–1136.

Talhaoui I., Lebedeva N. A., Zarkovic G., Saint-Pierre C., Kutuzov M. M., Sukhanova M. V., Matkarimov B. T., Gasparutto D., Saparbaev M. K., Lavrik O. I., Ishchenko A. A. Poly(ADP-ribose) polymerases covalently modify strand break termini in DNA fragments in vitro // *Nucleic Acids Res.* 2016. V. 44 (19). P. 9279–9295.

Vij S., Kuhl H., Kuznetsova I. S., Komissarov A., Yurchenko A. A., Van Heusden P., Singh S., Thevasagayam N. M., Prakki S. R., Purushothaman K., Saju J. M., Jiang J., Mbandi S. K., Jonas M., Hin Yan Tong A., Mwangi S., Lau D., Ngoh S. Y., Liew W. C., Shen X., Hon L. S., Drake J. P., Boitano M., Hall R., Chin C. S., Lachumanan R., Korlach J., Trifonov V., Kabilov M. R., Tupikin A. E., Green D., Moxon S., Garvin T., Sedlazeck F. J., Vurture G. W., Gopalapillai G., Kumar Katneni V., Noble T. H., Scaria V., Sivasubbu S., Jerry D. R., O'Brien S. J., Schatz M. C., Dalmay T., Turner S. W., Lok S., Christoffels A., Orbán L. Chromosomal-level assembly of the Asian Seabass genome using long sequence reads and multi-layered scaffolding // *PLoS Genetics.* 2016. V. 12 (4). P. e1005954.

Yevshin I., Sharipov R. N., Valeev T., Kel A. E., Kolpakov F. GTRD: a database of transcription factor binding sites identified by ChIP-seq experiments. *Nucleic Acids Res.* 2016. DI. D. 61-67.

Zhernakova A., Kurilshchikov A. M., Bonder M. J., Tigchelaar E. F., Schirmer M., Vatanen T., Mujagic Z., Vila A. V., Falony G., Vieira-Silva S., Wang J., Imhann F., Brandsma E., Jankipersadsing S. A., Joossens M., Cenit M. C., Deelen P., Swertz M. A., Weersma R. K., Feskens E. J. M., Netea M. G., Gevers D., Jonkers D., Franke L., Aulchenko Y. S., Huttenhower C., Raes J., Hofker M. H., Xavier R. J., Wijmenga C., Fu J. Population-based metagenomics analysis reveals markers for gut microbiome composition and diversity // *Science*. 2016. V. 352 (6285). P. 565–569.

Опубликовано: 216 статей, из них 86 на русском языке в российских журналах и 130 на иностранных языках в зарубежных журналах, 28 трудов в сборниках материалов конференций (из них 5 – в сборниках материалов зарубежных конференций), четыре книги, 7 глав в монографиях (из них пять на иностранном языке в зарубежных изданиях).

ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

Директор – доктор геолого-минералогических наук А. П. Федотов

Направление 50. Биология развития и эволюция живых систем

На основе данных электронной микроскопии и гидрохимии проведен анализ разнообразия хризофитовых, имеющих кремнистые чешуйки, из Нижнего Енисея, заливов Карского моря и термокарстовых озер бассейна Нижнего Енисея, даны их описание, экологические характеристики, указана встречаемость в других водоемах мира, обобщены и расширены данные об аутоэкологии видов. Вышла в свет исправленная и дополненная версия атласа-определителя планктонных диатомовых водорослей озера Байкал на английском языке, содержащая исторический обзор, систематическую часть, качественные и количественные характеристики диатомового планктона в сезонной и межгодовой динамике в разных местах озера (д.б.н. Е. В. Лихошвай, д.б.н. Г. И. Поповская, к.б.н. А. Д. Фирсова, А. Ю. Бессудова).

Показан значительный уровень корректности филогенетических реконструкций эволюционной истории байкальских губок *Lubomirskiidae* на основании данных о полных митохондриальных геномах. Наиболее вероятный диапазон образования современных видов приходится на плейстоцен (1,5–0,2 млн лет назад), а их ближайший общий предок дивергировал от *Ephydatia muelleri* около 3,6–1,3 млн лет назад. Наличие множественных инвертированных повторов в межгенных участках свидетельствует о высокой вероятности геномных перестроек в ходе эволюционного процесса. Продемонстрированы различия в представленности антикодонов в митохондриальных тРНК и в геноме губок. Этот факт свидетельствует о том, что в случае влияния состава кодонов на скорость трансляции соответствующих генов синонимичные мутации не являются нейтральными (д.б.н. С. И. Беликов, д.б.н. Д. Ю. Щербаков, к.б.н. О. Г. Майкова).

Направление 51. Экология организмов и сообществ

Представлена междисциплинарная характеристика значительных перестроек в сообществах мелководной зоны в масштабах всего озера Байкал за период 2014–2015 гг., а именно: увеличение числа районов с массовой вегетацией спиругиры и других ранее не свойственных озеру водорослей, береговых выбросов гниющих макрофитов, гибель губок и моллюсков. Выявлены значительное санитарно-микробиологическое загрязнение интерстициальных и прибрежных вод, существенные нарушения в качестве очистки стоков по гидрохимическим и микробиологическим показателям, места скоплений ТБО и их потенциальное влияние на биоту заплесковой зоны озера. На видовом уровне представлены первые сведения по разнообразию рода *Spirogyra* и их распространению в Байкале и некоторых его притоках в современный период. Исследование фертильных образцов спиругиры за период 2012–2016 гг. показало, что в Байкале наиболее распространены являются прикрепленные формы *S. fluviatilis*, *Spirogyra* sp. fert. и сходные стерильные морфотипы, различающиеся шириной вегетативных клеток и степенью скрученности хлоропластов (д.б.н. О. А. Тимошкин, д.б.н. Н. А. Бондаренко, Е. А. Волкова).

Направление 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

Комплексом методов идентифицированы культуры цианобактерий, выделенные из обрастаний, массово развивающихся в последние годы на «больных» эндемичных губках и донных субстратах в оз. Байкал. В культурах и бентосных обрастаниях выявлены гены синтеза цианотоксинов (микроцистинов и паралитических токсинов моллюсков) и определены методами хромато-масс-спектрометрии массы вторичных метаболитов (более 60 соединений), включая токсины, пептиды, поликетиды. Показано, что бентосные цианобактерии в оз. Байкал способны синтезировать токсины, опасные для жизни и здоровья человека, а также разнообразные вторичные метаболиты, имеющие фармакологическую и биотехнологическую значимость, т. к. являются селективными блокаторами ферментов системы свертывания крови и пищеварения у млекопитающих (к.б.н. О. В. Белых, к.х.н. Г. А. Федорова).

Направление 61. Биофизика, радиобиология, математические модели в биологии, биоинформатика

При сравнении полных митохондриальных геномов десяти видов эндемичных байкальских амфипод показано, что четыре из них имеют по одной дополнительной копии разных тРНК генов. Сравнение процента идентичности копий позволило предположить, что некоторые из них, вероятно, были подвержены ремолдингу, то есть в эволюции после дубликации гена транспортной РНК происходила как минимум одна не синонимическая мутация в антикодоне. В результате в рамках кластеров, синонимичных тРНК, появились тРНК измененной специфичности. Поскольку аминокислоты узнают всю тРНК, а не ее антикодон, такие мутации приводили к тому, что в части положений митохондриальных генов одна, исходная, ами-

нокислота заменялась на другую, что означало изменение генетического кода (д.б.н. Д. Ю. Щербakov, к.б.н. Е. В. Романова).

Для установления структуры *N*-концевых последовательностей белков предложен метод, основанный на модификации белка фенилизотиоцианатом (ФИТЦ), обработке белка трифторуксусной кислотой (ТФУ) и модификации укороченного белка 4-бромфенилизотиоцианатом (4-Br-ФИТЦ). Целевой *N*-концевой пептид в трипсиновом гидролизате идентифицируют по характерной форме масс-спектра производного, содержащего атом брома. С помощью разработанной техники были экспериментально подтверждены предсказанные (по мРНК) *N*-концевые последовательности четырех зрелых силикатеинов, входящих в состав кремнистой спикулы эндемичной байкальской губки *Lubomiskia baicalensis* (ак. М. А. Грачев, к.х.н. Г. А. Федорова, А. С. Беликова).

Основные публикации

Belykh O. I., Tikhonova I. V., Kuzmin A. V., Sorokovikova E. G., Fedorova G. A., Khanaev I. V., Sherbakova T. A., Timoshkin O. A. First detection of benthic cyanobacteria in Lake Baikal producing paralytic shellfish toxins // *Toxicon*. 2016. № 121. P. 36–40.

Fedorova G. A., Korneva E. S., Belikova A. S., Grachev M. A. Identifying *N*-terminal peptides by a combination of the edman procedures with a bromine isotope tag: Application to the silicateins // *Protein Science*. 2016. V.25. № 12. P. 2277–2281.

Maikova O., Sherbakov D., Belikov S. The complete mitochondrial genome of *Baikalospongia intermedia* (Lubomirskiidae): description and phylogenetic analysis // *Mitochondrial DNA*. 2016. V. 1. № 1. P. 569–570.

Popovskaya G. I., Genkal S. I., Likhoshway Ye. V. Diatoms of the Plankton of Lake Baikal. Atlas and Key // Novosibirsk: Nauka. 2016. 180 p.

Timoshkin O. A., Samsonov D. P., Yamamuro M., Moore M. V., Belykh O. I., Malnik V. V., Sakirko M. V., Shirokaya A. A., Bondarenko N. A., Domysheva V. M., Fedorova G. A., Kochetkov A. I., Kuzmin A. V., Lukhnev A. G., Medvezhonkova O. V., Nepokrytykh A. V., Pasyukova E. M., Poberezhnaya A. E., Potapovskaya N. V., Rozhkova N. A., Sheveleva N. G., Tikhonova I. V., Timoshkina E. M., Tomberg I. V., Volkova E. A., Zaitseva E. P., Zvereva Yu. M., Kupchinsky A. B., Bukshuk N. A. Rapid ecological change in the coastal zone of Lake Baikal (East Siberia): Is the site of the world's greatest freshwater biodiversity in danger? // *Journal of Great Lakes Research*. 2016. V. 42. P. 487–497.

Бессудова А. Ю., Фирсова А. Д., Сороковикова Л. М., Томберг И. В. Чешуйчатые золотистые водоросли бассейна Нижнего Енисея и заливов Карского моря с элементами аутоэкологии // Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. 2016. 110 с.

Опубликовано: 157 статей, из них 97 – на русском языке в российских журналах и 60 на иностранных языках в зарубежных журналах, одна монография на иностранном языке и одна на русском языке.

Отделение биологических наук РАН-2016

Основные результаты
научных исследований

Формат 70x100/16
Гарнитура Таймс
Усл. печ. л. 24,9. Уч.-из. л. 4,8.
Тираж 100 экз.
Заказ №

Российская академия наук
119991, Москва, Ленинский проспект, 14
www.ras.ru

Верстка, корректура ООО «Нюанс»
Москва, ул. Дмитрия Ульянова, д. 26 а, стр. 2
www.nyans.ru

Отпечатано в цифровой типографии ООО «Буки Веди»
115093, Москва, Партийный пер., д. 1, корп. 58
www.bukivedi.com

Издано в авторской редакции