

## 2.6. Научные исследования <sup>1)</sup>

В 2015 г. Байкальским институтом природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ) продолжены работы в рамках темы «Разработка научных основ рационального природопользования Центральной Азии в условиях глобализации и изменения климата». Проведен территориальный анализ и дана оценка риска от наводнений (рис. 2.6.1) на реках всего бассейна оз. Байкал (на территории России и Монголии). Рассчитаны основные показатели опасности от наводнений, определены площади затопления, разработаны прогнозные сценарии их развития для всего бассейна оз. Байкал. Установлено, что периодическому затоплению подвергается 3–5 % территории бассейна, однако преимущественно это наиболее освоенные и заселенные земли.

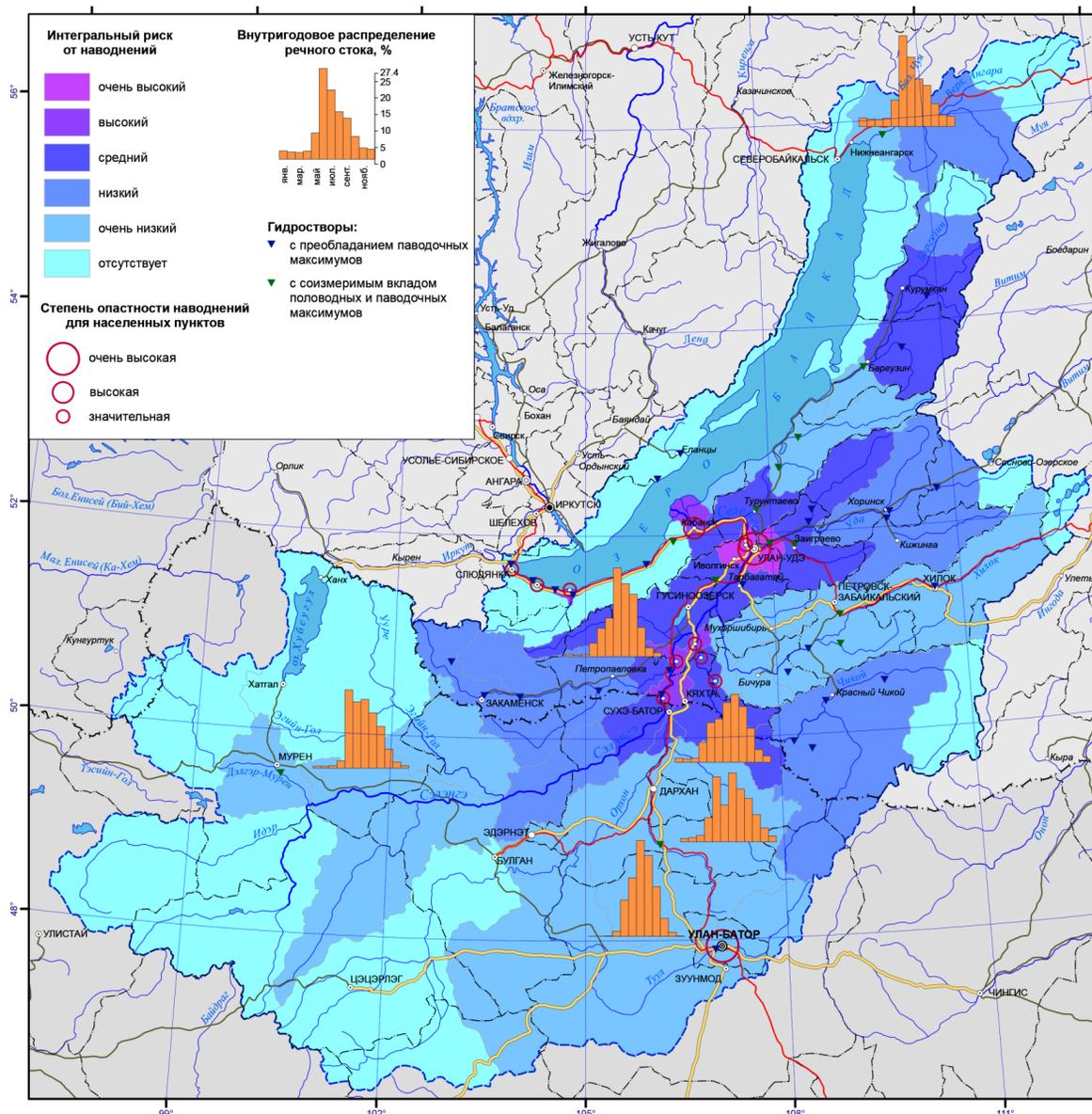


Рис. 2.6.1. Карта наводнений в бассейне оз. Байкал (БИП СО РАН в соавторстве с ИГ СО РАН).

В рамках темы «Трансформация веществ в адаптивных реакциях организмов в экосистемах Байкальской природной территории под влиянием антропогенного воздействия» исследу-

<sup>1)</sup> Включены материалы, представленные в ответ на запрос Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Сведения о научных исследованиях, выполненных по госконтрактам с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, приведены в подразделе 2.2. «Программы, проекты и мероприятия по охране озера Байкал».

дован жирнокислотный состав липидов рогатковидных рыб, принадлежащих к семействам *Abyssocottidae*, *Cottidae*, *Comephoridae*. Выявлены различия в ЖК-составе абиссальных, пелагических и бентопелагических видов, обнаруженные при помощи МГК. В тканях мышц многих видов были обнаружены высокие пропорции длинноцепных n-3 ПНЖК. Эта особенность характерна для морских рыб. Таким образом, типично абиссальные виды рогатковидных рыб Байкала характеризуются повышенным содержанием ненасыщенных кислот по сравнению с эврибатными и пелагическими. Соотношение n-3/n-6 ПНЖК в мышечных тканях большинства исследованных видов рогатковидных байкальских рыб было характерным для пресноводных рыб, а для некоторых видов – имело промежуточное значение между пресноводными и морскими рыбами.

По теме «Научные основы формирования эколого-экономической политики Сибири и сопредельных территорий в условиях трансформации природы и общества» разработана методология комплексной экономической оценки лесоресурсного потенциала и определена экономическая оценка лесных ресурсов, которая составила 9219,8 млн руб. Проведенная оценка спроса на водохозяйственные услуги выявила стабильно высокий уровень потребностей и особенности формирования рынка и условий функционирования, обусловленные соблюдением нормативов предельно допустимых вредных воздействий на экологическую систему озера Байкал. Для оценки использования природных ресурсов в экономической деятельности промышленных предприятий рассчитаны показатели ресурсоемкости природопотребляющих отраслей экономики. В Республике Бурятия основными природоёмкими отраслями являются предприятия по производству и распределению электротеплоэнергии и добыча полезных ископаемых.

В рамках НИР «Оценка состояния р. Загустай и выявление причин уменьшения ее водности» (по заданию Министерства природных ресурсов Республики Бурятия) оценено современное состояние экосистемы р. Загустай. Исследованы природные (гидрологические, геолого-геоморфологические, биотические) и антропогенные (промышленные, транспортные, сельскохозяйственные, бытовые и пр.) факторы, влияющие на ее водность. На основании проведенных исследований рекомендованы программные мероприятия по рациональному природопользованию для сохранения и восстановления водности р. Загустай.

**В 2015 г. выполнены работы по грантам РФФИ, РГНФ и др.:**

– Проект РФФИ № 13-06-00742 «Разработка методов регулирования лесопользования и охраны лесной среды на основе оценки лесного капитала в условиях экологических ограничений». Разработаны механизмы стимулирования рационального и эколого-безопасного лесопользования на основе сравнительного анализа пространственно дифференцированных оценок составляющих лесного капитала. Проведена оценка: лесоресурсной ренты по лесничествам Республики Бурятия; ассимиляционного потенциала лесной среды в условиях Республики Бурятия. Предложен региональный финансовый механизм использования, охраны и воспроизводства лесных ресурсов.

– Проект РФФИ № 13-05-00922-а. «Научные основы гидроэкологической безопасности рек бассейна оз. Байкал в условиях глобального изменения климата». Разработана ГИС «Гидроэкологическая безопасность бассейна оз. Байкал», состоящая из тематических баз данных, описывающих отдельные предметные области географической реальности и документов, регламентирующих процедуры и мероприятия по ее соблюдению. Создано картографическое хранилище векторных данных, включающее ряд тематических цифровых слоев и единую реляционную базу данных программной среды Arc GIS.

– Проект РФФИ № 13-05-41378-РГО\_а. «Трансформация природной среды Забайкалья и сопредельных территорий: ретроспективный анализ и современное состояние». На ключевых участках региона выполнена пространственно-временная оценка динамики границы «лес – степь» на протяжении XX–XXI веков.

– Проект РФФИ-РГО № 13-05-41105 Геоинформационное картографирование экологического состояния Байкальского региона для обеспечения устойчивого территориального развития. Создан картографический сервис «Дельты рек озера Байкал» (<http://baikalgis.ru/deltagis/>).

– Проект РФФИ № 15-45-04444 «Пирогенные ландшафты Байкальского региона: возникновение, эволюция, геохимия и геоэкология» (совместно с Институтом геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск). Выполнен статистический анализ возникновения пожаров на территориях различных районов региона в 2014–2015 гг. Проведены рекогносцировочные экспедиционные обследования пирогенных ландшафтов Байкальского региона. Исследован изотопный состав угленосных отложений Гусиноозерской депрессии.

– Проект ПРООН ГЭФ GPSO/LakeBaikal/050/07Oct2013\_BINM создан Байкальский информационный центр (БИЦ) как совокупность информационных ресурсов и технологий по сбору, обработке и распространению данных о состоянии окружающей среды трансграничного бассейна оз. Байкал на основе интеграции информационных потоков единого информационного пространства России и Монголии. Создан мультязычный геопортал БИЦ (<http://bic.iwlearn.org/ru>).

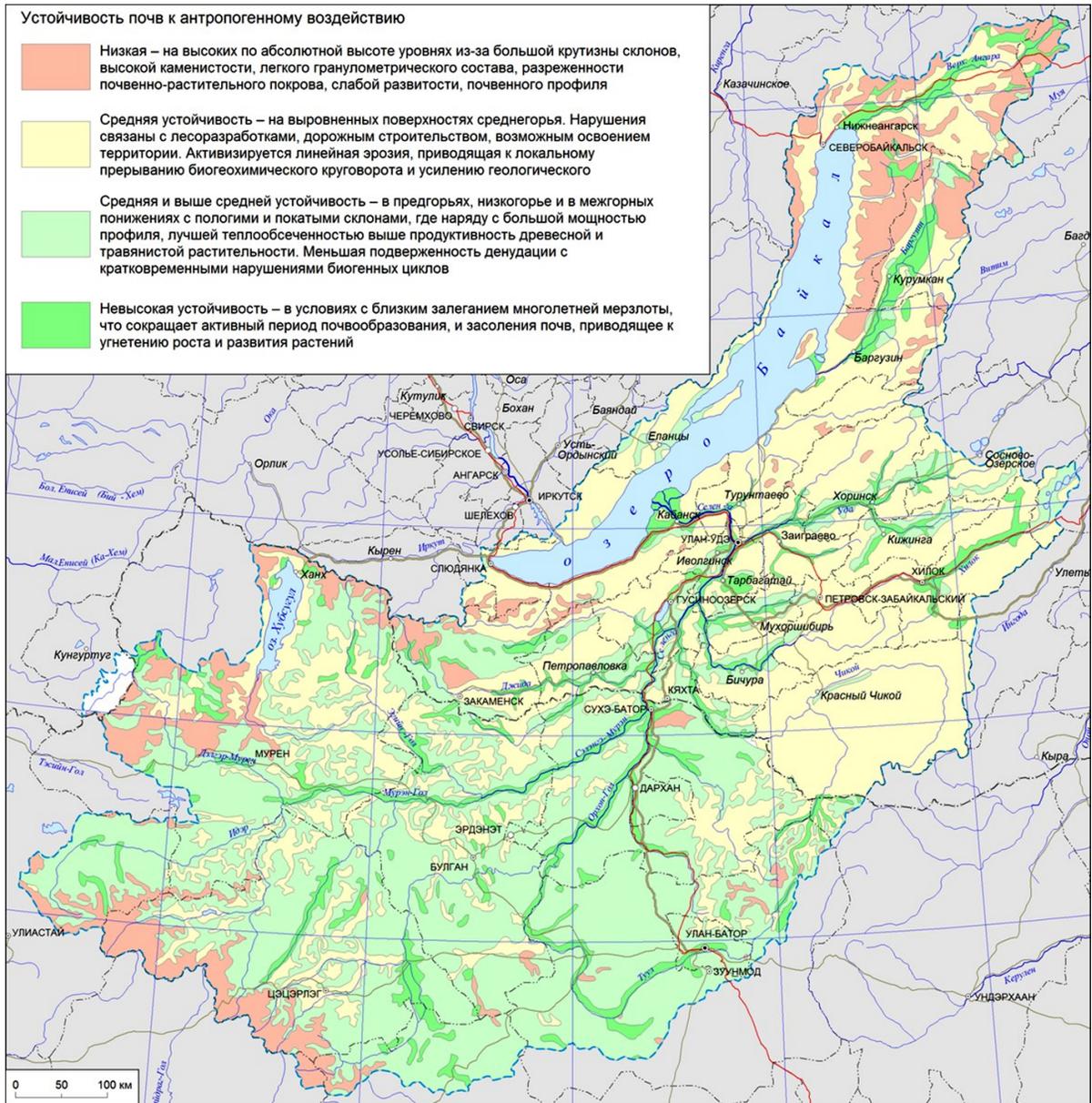
**Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск)** в 2015 г. выполнено средне и крупномасштабное картографирование почвенного покрова и его устойчивости к антропогенному воздействию на территорию бассейна оз. Байкал, трансформации почв Юго-Западного Прибайкалья (рис. 2.6.2).

Проведено исследование загрязнения снежного покрова центральной зоны Байкальской природной территории. Результаты опробования и химического анализа снежного покрова Южной котловины оз. Байкал и прилегающей территории выявили аномалии, приуроченные к долине р. Ангары и прибрежным населенным пунктам (Листвянка, Слюдянка, Култук, Байкальск) с повышенными коэффициентами контрастности для следующих химических элементов и веществ: F – 7,5; Cl – 2,0; SO<sub>4</sub> – 9,2; NO<sub>2</sub> – 12,8; NO<sub>3</sub> – 19,5; PO<sub>4</sub> – 18,3; K – 4,3; Na – 8,2; NH<sub>4</sub> – 30; Mo – 4,2; Mn – 6,8; Ba – 12,4; Al – 5,4; Pb – 3; Ni – 3; Cu – 3; Be – 4; V – 6; Fe – 7,3; Si – 19,5; Zn – 6,6; Sr – 3,9; Ti – 3,5; Hg – 2,7; нефтепродукты – 4 (превышение фона). Результаты проведенных работ в Средней котловине оз. Байкал выявили три района аномальных концентраций химических веществ в снежном покрове. Первый имеет локальное распространение в прибрежной зоне Приольхонья, где наблюдается повышенное содержание химических элементов в снеге, что связано не только с антропогенной нагрузкой вблизи населенных пунктов и турбаз, но и с терригенной пылью пород и почв. Второй район регионального загрязнения снежного покрова приурочен к долине р. Селенга, по которой переносятся техногенные выбросы Селенгинского промышленного узла. Третий имеет локальное распространение в районе п. Баргузина и Усть-Баргузина. Анализ проведенных работ в Северной котловине оз. Байкал выявил контрастные аномальные содержания SO<sub>4</sub>, превышающие фоновые значения в 55 раз; NO<sub>3</sub> – 5,9; PO<sub>4</sub> – 11,6; K – 3,7; Na – 6,1; NH<sub>4</sub> – 8,9; Mo – 2,7; Mn – 4,6; Ba – 3,4; Al – 4,2; Pb – 3,5; Ni – 8; Cu – 3; V – 2,5; Cr – 5; Fe – 5,4; Si – 14; Sr – 6,1; нефтепродуктов – 2,3 раза вблизи г.г. Нижнеангарск и Северобайкальск.

На основе сопряженного анализа структуры растительного покрова и данных ландшафтных исследований выполнено геоботаническое картографирование участка юго-западного Прибайкалья, проведена оценка устойчивости растительных сообществ, выявлены интегрированные ареалы устойчивости растительных сообществ, наиболее адекватно характеризующих современное состояние геосистем.

В рамках реализации проекта ПРООН-ГЭФ «Комплексное управление природными ресурсами трансграничной системы бассейна Байкала» издан «Экологический атлас бассей-

на озера Байкал». Атлас впервые отразил пространственные закономерности формирования экологической обстановки на всей территории водосборного бассейна Байкала и его акватории, что дает возможность определять и обосновывать направления экологически сбалансированного и устойчивого территориального развития России и Монголии в перспективе.



**Рис. 2.6.2.** Устойчивость почв бассейна оз. Байкал к антропогенному воздействию.

I – Низкая устойчивость – на высоких по абсолютной высоте уровнях из-за большой крутизны склонов, высокой каменности, разреженности почвенно-растительного покрова, слабой развитости почвенного профиля.  
 II – Средняя устойчивость – на выровненных поверхностях плато. Нарушения связаны с вырубками, дорожным строительством, возможным освоением территории. Активизируется линейная эрозия, приводящая к локальному прерыванию биогеохимического круговорота и усилению геологического.  
 III – Средняя и выше средней устойчивость – на низком плато с пологими и покатыми склонами, где наряду с большой мощностью профиля, лучшей теплообеспеченностью выше продуктивность древесной и травянистой растительности. Меньшая подверженность денудации с кратковременными нарушениями биогенных циклов.  
 IV – Невысокая устойчивость – в условиях с близким залеганием многолетней мерзлоты, что сокращает активный период почвообразования, засоленные почвы, приводит к угнетению роста и развития растений.

**Институт земной коры СО РАН (г. Иркутск)** в 2015 г. продолжил научно исследовательские работы по теме: «Экзогенные геологические процессы Монголо-Сибирского региона: факторы развития, современная динамика и степень опасности».

Результаты мониторинга Иркутского водохранилища показывают, что абразионному размыву в пределах Иркутского водохранилища подвержена береговая линия на протяжении 140 км, максимальная ширина размыва, за весь срок существования водоема, более 150 м приурочена к берегам, формирующимся в лессовидных суглинках; наибольшая динамика переработки береговой линии отмечается на участках, сложенных лессовидными суглинками. Так, в 2015 г. на участке «Патроны 1» по результатам наблюдений максимальная величина размыва составила 1,47 м. В меньшей степени подвержены размыву берега, сложенные литифицированными отложениями. Например, на участке «Тальцы», где береговой склон сложен цементированными песчано-суглинисто-галечными отложениями, за последнее время не отмечается отступления береговой линии. Однако, продольный профиль берега на этом участке находится в стадии предельного равновесия – на уровне уреза в береговом уступе формируются волноприбойные ниши (рис. 2.6.3).



**Рис. 2.6.3.** Абразионный берег в период высокой воды (Иркутское водохранилище): **а** – участок «Тальцы», видно формирование волноприбойных ниш в нижней части берегового уступа; **б** – участок «Патроны-3».

По результатам мониторинга Братского водохранилища отмечено, что стабилизации береговой системы не происходит. Скорость отступления превышает показатели на Иркутском водохранилище, что связано с условиями эксплуатации водоема – полная величина понижения уровня составляет 10 м, а ежегодные колебания составляют 2–3 м и его размерами – более широкая водная площадь акватории усиливает ветро-волновую нагрузку.

**Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск)** в 2015 г. провел исследования количественного содержания макро- (С, N, P, хлорофилл-а) и микро-компонентов органического вещества (хлорорганических пестицидов (ГХЦГ, ДДТ и ГХБ) и полихлорированных бифенилов (ПХБ)) в донных отложениях Иркутского водохранилища.

Получено, что содержание  $C_{орг}$  в данных отложениях (ДО) неоднородно: минимально у плотины (Sd18) (1,19 %), максимально – в заливе у пос. Б. Речка (Sd05) (2,36 %) и в створе Курминского зал. (Sd09) (3,78 %). Количество хлорофилла-а изменяется от 0,501 % в Курминском зал. (Sd09) до 1,518 % в заливе у пос. Б. Речка (Sd05) и 1,475 % у пос. Молодежный (Sd16). Размах колебаний  $N_{общ}$  составил 0,0606–0,7298 %,  $P_{общ}$  – 0,0078–0,0918 %. Количество хлорофилла-а изменяется от 0,501 до 1,518 %. Относительное содержание N в органическом веществе (ОВ) соответствует количеству азота в фульвокислотах. Только в Мельничной пади, Ершовском заливе и в пади Топка найдено повышенное содержание  $N_{общ}$  в ОВ (9,8; 17,23 и 24,17%). Различно содержание  $P_{общ}$  в ОВ донных отложений (0,24–1,31 %). Отложе-

ния в Курминском заливе и у плотины могут вызывать лимитирование развития планктона по N (N:P меньше 14).

Гексахлорбензол (ГХБ), *pp*'-ДДЭ и ПХБ найдены во всех исследованных пробах ДО. а-ГХЦГ и ДДД были обнаружены в единичных пробах, *op*'-ДДЭ – в пяти, г-ГХЦГ – в четырех пробах исследованных ДО. *pp*'-ДДТ не найден во всех пробах.

По уровню содержания СОЗ ДО на различных участках ИВ относятся к чистым, слабо и умеренно загрязненным отложениям (классу 0, I и II).

Уровни содержания пестицидов и ПХБ в ДО в верхней части ИВ сравнимы и ниже, а в средней и приплотинной частях – сопоставимы с наибольшими и выше, чем в ДО южного и среднего Байкала.

Пространственное распределение повышенных концентраций пестицидов в ДО водохранилища соответствует местам расположения пахотных земель на берегах р. Ангары до заполнения водохранилища. Отсутствие в ДО исходного *pp*'-ДДТ и наличие его метаболита – *pp*'-ДДЭ – говорит о прошлом поступлении пестицидов в ДО.

**Сибирским институтом физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск)** в 2015 г. определено, что повреждения темнохвойных лесов в Иркутской области и Бурятии первопричиной имеют обострение хронического течения бактериальных болезней хвойных. Особую опасность представляет существенное снижение уровня атмосферного увлажнения этих лесов, которое может привести к их массовому усыханию.

Проведены исследования по сохранению *ex situ* редких и эндемичных растений Приольхонья и острова Ольхон. В Банк помещены семена 25 редких охраняемых видов Байкальской Сибири, в том числе остролодочки дерновинный и трехлисточковый, астрагал ольхонский, копеечник зундукский. По результатам оценки жизнеспособности семян выявлены оптимальные температурные режимы их хранения и выращивания растений для грунтовой коллекции и реинтродукции.

Изучен инвазионный компонент флоры Байкальской Сибири. На основе оценки степени натурализации и способности внедрения в естественные сообщества адвентивных видов выявлены инвазионные (в том числе потенциально инвазионные) виды для трех административных районов, входящих в Байкальскую Сибирь (Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край). Составлен конспект и разработана база данных инвазионных видов. Общее число инвазионных и потенциально инвазионных видов в Байкальской Сибири составляет 103. Общими для всех административных районов являются 22 вида. В Иркутской области зарегистрировано 94 инвазионных и потенциально инвазионных вида, в Республике Бурятия – 59, в Забайкальском крае – 27.

**Институтом общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ)** издана карта «Почвы бассейна оз. Байкал», масштаба 1:2500000, составленная на принципах новой классификации почв, отражающая разнообразие почвенного покрова горных и межгорнокотловинных ландшафтов Прибайкалья, Забайкалья и Северной Монголии, имеющая большое практическое значение для рационального природопользования. Карта является результатом многолетних совместных работ с ИГ СО РАН, ИГ АН Монголии, ФГБОУ ИГУ (рис. 2.6.4). Установлено, что в прибрежных ландшафтах озера Котокельское и восточного побережья средней части оз. Байкал на песчаных отложениях формируются преимущественно почвы альфегумусового отдела, для которых характерна выраженная иллювиальная аккумуляция железо-гумусовых соединений. Показано, что основным фактором, обуславливающим изменение свойств почв, является рекреационная деятельность, при которой изменяются водно-физические и морфологические свойства на разных уровнях организации.



время как значения индексов доминирования максимальные. В трофическом аспекте доминируют седиментаторы – фито-детритофаги. Сообщество характеризуется доминированием крупных форм, в связи с чем нарушенность донных сообществ по индексу ABC выглядит наименьшей.

Обобщены и проанализированы многолетние данные по встречаемости, численности и биомассе личинок двукрылых (кроме Chironomidae), входящих в состав макробентоса р. Селенги на участке от устья до границы с Монголией. Массовыми формами являются *Hexatoma ussuriensis* Alexander, 1934 (Limoniidae); *Probezzia seminigra* (Panzer, 1798) (Ceratopogonidae); *Hemerodromia* sp. (Empididae) и *Atherix ibis* (Fabricius, 1798) (Athericidae).

Составлен список из 37 видов стрекоз, известных к настоящему времени для территории Бурятии.

**Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (г. Чита)** в 2015 г. продолжил подледные исследования многолетней динамики обилия и структуры профундального зообентоса озера Арахлей, а также размерно-возрастной структуры и территориальной организации популяции личинок хирономид *Chironomus antracinus* Zetterstedt, 1860. Выявлено, что средние показатели обилия зообентоса находятся на высоком, характерном для эвтрофных водоемов уровне. 67 % биомассы зообентоса формировали личинки *Ch. antracinus*, 30 % – олигохеты. Полученные данные подтверждают напряженную конкуренцию за территорию между смежными размерно-возрастными группами у личинок хирономуса и указывают на возможность ускорения роста личинок при ослаблении такой конкуренции.

Исследования послепожарного состояния древесной растительности на территории Ивано-Арахлейского природного парка показали, что снижение проективного покрытия древесной растительности происходит преимущественно за счет гибели кустарников. Жизненное состояние лиственницы Гмелина характеризуется как ослабленное, на разных пробных площадях количество здоровых деревьев не превышает 25–45 %. Отбор древесных буровых кернов показал, что большинство деревьев повреждены сердцевинными стволовыми гнилями. Увеличение погибших и ослабленных деревьев связано с интенсивностью пожаров. В целом на территории исследования естественное возобновление древесных пород характеризуется как неудовлетворительное. Получены результаты изучения состояния и структуры лесных сообществ, учета всходов и подроста, флористического состава древостоя на территории.

Продолжены исследования по промыслово-охотничьим ресурсам. Проведен анализ многолетней динамики численности в популяциях зайца-беляка *Lepus timidus* Linnaeus. Установлено, что ритм динамики численности составили две неравные группы. Большая из них включала популяции с длиной цикла в 15–17 лет, меньшая (включающая 4 популяции) с длиной цикла 20–25 лет. Первая группа популяций синхронизируется 15–17-летним ритмом магнитного поля Земли, а вторая – георитмом Земли, с периодом 19–22 года.

**НИИ биологии ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (г. Иркутск)** в 2015 г. выполнялись исследование «Фауна байкальских эндемичных амфипод и гастропод как уникальная «модельная система» для изучения направлений эволюции и разнообразия механизмов стресс-адаптации гидробионтов». Исследование посвящено изучению важнейших характеристик активности механизмов стресс-адаптации у байкальских эндемичных видов амфипод и гастропод и оценке их способности к адекватному энергообеспечению стрессовой реакции. Для проверки влияния фактора температуры и трофности на экосистему озера в целом, используя данные многолетнего мониторинга, была проведена оценка сообществ зоопланктона. Результаты продемонстрировали влияние повышения температуры воды в Байкале на сообщества зоопланктона, что выражалось в увеличении доли теплолюбивых космополитных видов в сообществах. Было показано, что развивающаяся эвтрофикация прибрежной зоны пока не коснулась сообществ пелагиали открытого Байкала.

2.6 Проведены исследования и разработки по теме «Поиск нетривиальных штаммов актиномицетов и исследование новых биологически активных соединений с антибиотической активностью из уникальных экосистем Прибайкальского региона Сибири». В ходе проведенного исследования установлено, что актиномицеты, выделенные из изолированных экосистем пещер Прибайкалья и Сибири, как и актиномицеты оз. Байкала, ассоциированные с байкальскими широко распространенными эндемичными беспозвоночными – ракообразными и моллюсками, обладают высоким биосинтетическим потенциалом и антибиотической активностью к ряду модельных бактериальных штаммов. Кроме того, установлено, что в гемолимфе байкальских эндемичных амфипод обитают симбионтные микроспоридии.

В рамках соглашения о сотрудничестве между НИИ биологии ФГБОУ ВО «ИГУ» и Байкальским государственным заповедником в 2015 г. были проведены совместные экспедиционные исследования на предмет учета колониальных и редких видов птиц в Кабанском заказнике и на сопредельных участках дельты р. Селенги, в водно-болотном угодье международного значения. Удалось выявить особенности численности и распределения водоплавающих и околоводных птиц в маловодный период. Зарегистрировано 85 видов птиц. Обнаружено 33 гнездовых поселения околоводных птиц (поганкообразные, веслоногие, голенастые, чайковые) с общей численностью около 2800 особей. Рекогносцировка условий обитания птиц в дельте Селенги при низком уровне воды показала, что в целом для 2015 г. характерны невысокая численность околоводных птиц и значительное перераспределение их по территории дельты в сравнении с 1990-ми и даже 2000-ми годами. На особом месте, однако, стоит большой баклан, который появился в дельте на гнездовье не ранее чем в 2009 г. и не позднее чем в 2013 г., и в настоящее время продолжается рост его численности.

**Байкальский музей Иркутского научного центра (р.п. Листвянка, Иркутская область)** в 2015 г. проводил исследования по теме: «Особенности некоторых элементов экосистемы озера Байкал по результатам натурных и экспериментальных исследований как отражение изменений абиотических факторов среды в четвертичном периоде» в т.ч.:

1) Изучение жизненных циклов паразитических нематод байкальского тюленя по результатам натурных и экспериментальных исследований;

2) Оценка смертности личинок и молоди (сеголеток) пелагических рыб (на примере селенгинской популяции байкальского омуля). В результате обработки натурных данных по возрастной структуре селенгинской популяции байкальского омуля были получены следующие численные значения коэффициентов смертности для старших возрастных групп: для прибрежного – 0,5476, пелагического – 0,4051 и глубоководного – 0,4426;

3) Выявление динамики численности и распределения омуля по акватории Байкала, прогнозирование его возможных уловов и управление промыслом. По результатам всесторонних многолетних исследований сделан вывод о необходимости вывести промысел байкальского омуля за пределы мелководных районов. Прекращение промысла в зоне прибрежных мелководий сохранит от вылова производителей омуля в местах преднерестовых скоплений, а также молоди осетра, сига хариуса, ленка, тайменя;

4) Дистанционный мониторинг за формированием «холодной» зимовки водоплавающих птиц в истоке р. Ангары (Южный Байкал). В Лиственничном заливе установлены видеокамеры для удаленного наблюдения за жизнью гидробионтов под водой и над водой. Относительно небольшое количество птиц (несколько сотен), собирающихся на «холодную» зимовку в исток р. Ангары из ближайших небольших заливов и бухт оз. Байкал, неспособны продолжить миграцию в южном направлении из-за незначительных запасов энергетических ресурсов. Это подтверждается пробными отстрелами птиц на Иркутском водохранилище и по долине р. Ангары в ноябре. Птицы, остающиеся на зимовку, в большинстве случаев имеют низкую упитанность (не более 3 баллов), не позволяющую им сделать длительный миграционный бросок в южном направлении.