

2.6. Научные исследования ¹⁾

В 2011 году Байкальским институтом природопользования СО РАН доработан проект Схемы комплексного использования и охраны водных объектов по бассейну реки Селенга (российская часть), который включает в себя выявление и ранжирование по степени значимости проблем использования и охраны водных объектов указанной территории; формулирование основных целей, оценку их достижимости в течение планируемого периода реализации схемы (до 2020 г.), установление целевых показателей; определение возможных вариантов мероприятий по достижению установленных целевых показателей; социально-экономическую оценку реализации возможных наборов мероприятий; определение индикаторов достижения целевых показателей и программы мониторинга хода реализации схемы на рассматриваемой территории.

Выполнены работы по выявлению и ранжированию проблем использования и охраны водных объектов для рек средней и северной части бассейна озера Байкал. Проведена оценка наличия водных ресурсов и их доступности для использования, проявлений негативного воздействия вод по степени их значимости. Выполнен расчет водохозяйственных балансов и балансов загрязняющих веществ, сформулированы основные цели реализации водохозяйственных и водоохраных мероприятий, мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод. Дана характеристика целевого состояния водных объектов средней и северной части озера Байкал; разработаны альтернативные варианты программ водохозяйственных и водоохраных мероприятий.

Исследована пространственно-временная динамика изменения группы островов Ярки, являющаяся индикатором природно-антропогенного воздействия на береговую линию озера Байкал, на базе анализа разновременных космических снимков Landsat за летний период: 1994, 2000, 2006 и 2009 гг. На их основе методами контролируемой и неконтролируемой автоматизированной классификации космоснимков созданы векторные слои границ берегов. Выявлено уменьшение площади островной гряды Ярки в 2009 г. по сравнению с 2000 г. на 0,2 км², а с 1994 г. – на 0,7 км². За исследуемый период ширина косы Ярки уменьшилась на 85 метров – с 244 до 159 метров. Прогнозируется, что при существующем уровне режиме разрушение Ярков в ближайшем будущем может вызвать экспансию холодных байкальских вод далеко на север с катастрофическими последствиями для биоты устьев рек Кичера и Верхняя Ангара. Протяженность озера Байкал увеличится на 40-50 км к северу, одновременно изменятся все параметры водной чаши озера и соответственно его уровень режим. В целях сохранения экологически сбалансированной системы необходимо строгое выполнение требований Постановления Правительства РФ № 234 от 26.03. 2001 «О предельных значениях уровня воды в озере Байкал при осуществлении хозяйственной и иной деятельности».

Выполнена оценка гидробиологического состояния рек Селенги и Уды в районе добычи песчано-гравийного материала и анализ современной ситуации. Проведен анализ и расчет предполагаемого ущерба водной экосистеме в процессе освоения в 2011 году трех месторождений песчано-гравийного материала (ПГМ) в руслах рек Селенги и Уды (Малюланское, Кумыское и Юговское). Анализ экологического состояния русел рек Селенги и Уды базируется на факте ухудшения условий существования водных организмов. Ущерб при разработке месторождений был разложен на две составляющие. В первой части производился расчет ущерба, обусловленный подрывом кормовой базы рыб. Во второй части оценивался ущерб, нанесенный нерестилищам байкальского омуля. Расчет ущерба

¹⁾ Включены материалы, представленные в ответ на запрос Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, направленный руководителям Иркутского и Бурятского научных центров СО РАН и Читинского института природных ресурсов СО РАН.

Сведения о научных исследованиях, выполненных по госконтрактам с Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации в целях реализации его полномочий по охране озера Байкал, приведены в подразделе 2.2.

для разрабатываемого месторождения производился для двух зон. Первая зона – это область непосредственной добычи, а вторая – 500-метровая область ниже нижней кромки области добычи. При проведении работ по добыче ПГМ в 2011-2021 гг. на месторождениях Юговское, Малоулановское и Кумыское, согласно утвержденной и согласованной «Технологической схеме» в бассейнах рек Селенги и Уды, ущерб рыбным запасам в натуральном выражении составит 0,3663 т. Для компенсации этого ущерба необходимо будет затратить 622,206 тыс. руб.

Институтом общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения РАН в 2011 году выполнены научные исследования по проблемам окружающей среды:

- «Влияние чужеродных видов гидробионтов на биоту водных экосистем: разнообразие, структура сообществ и трофические связи (на примере водоемов и водотоков Байкальской Сибири)» (руководитель проекта д.б.н. Н.М. Пронин, отв. исполнитель к.б.н. Д.В. Матафонов);

- «Участие микроорганизмов в круговороте углерода в мелководных заливах озера Байкал» (руководитель д.б.н., проф. Б.Б. Намсараев; отв. исполнитель к.б.н. О.П. Дагурова).

Установлены очаговость распространения чужеродного вида *Elodea canadensis* Michx в водоемах и водотоках Евразии и основные векторы расселения чужеродного вида в своеобразном Ангаро-Байкальском очаге (рис. 2.6.1). Байкальский трансграничный инвазионный коридор стал источником проникновения чужеродного вида в бассейн р. Лена (Еравно-Харгинская озерная система) и водосбор р. Амур (бассейн Тихого океана). Озеро Кенон – водоем-охладитель Читинской ГРЭС стал трамплином экспансии чужеродного вида в акватории водосбора Амура, включая территории сопредельных государств (Монголия, Китай). В состав зоофитобентоса зарослей элодеи бухт Чивыркуйского залива озера Байкал входят как общесибирские, так и эндемичные байкальские виды. Элодея способствует проникновению палеарктических видов в экосистему Байкала. Экологическими рисками, связанными с инвазией *Elodea canadensis*, являются перестройка в структуре фитоценозов и пелофильных сообществ бентоса.

На основе многофакторного анализа массивов данных, полученных при исследовании мелководных заливов озера Байкал, установлены главные факторы, влияющие на экосистему воды и осадков. В экосистеме воды ими являются процессы продукции, деструкции органического вещества, и минерализация. В экосистеме осадков факторами выступают численность микроорганизмов и активность микроорганизмов деструкционного звена.

Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН в 2011 году *предложен новый интегральный подход в обосновании территориальной охраны природы*, позволивший преодолеть недостатки и учесть достоинства традиционных теоретических подходов - бассейнового, учитывающего только природные границы территорий, и административного, ограниченного пределами субъектов РФ или отдельных административных районов. Доказано, что интегральная функциональная модель формирования системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ), помимо экологической составляющей, должна также включать институциональную и экономическую части. Это определило концентрическую форму экологического каркаса в Байкальском регионе, соответствующую сложившейся здесь эколого-экономической ситуации (рис. 2.6.2), и научно обосновало и наполнило природоохранным смыслом понятие «Байкальская природная территория». Новая теоретическая модель, базирующаяся на большом количестве разноплановых статистических и аналитических данных, привела к такому построению схемы развития территориальной охраны природы, которая может быть использована на иных природных территориях со сложной административной и управленческой структурой, а также в трансграничных регионах России.

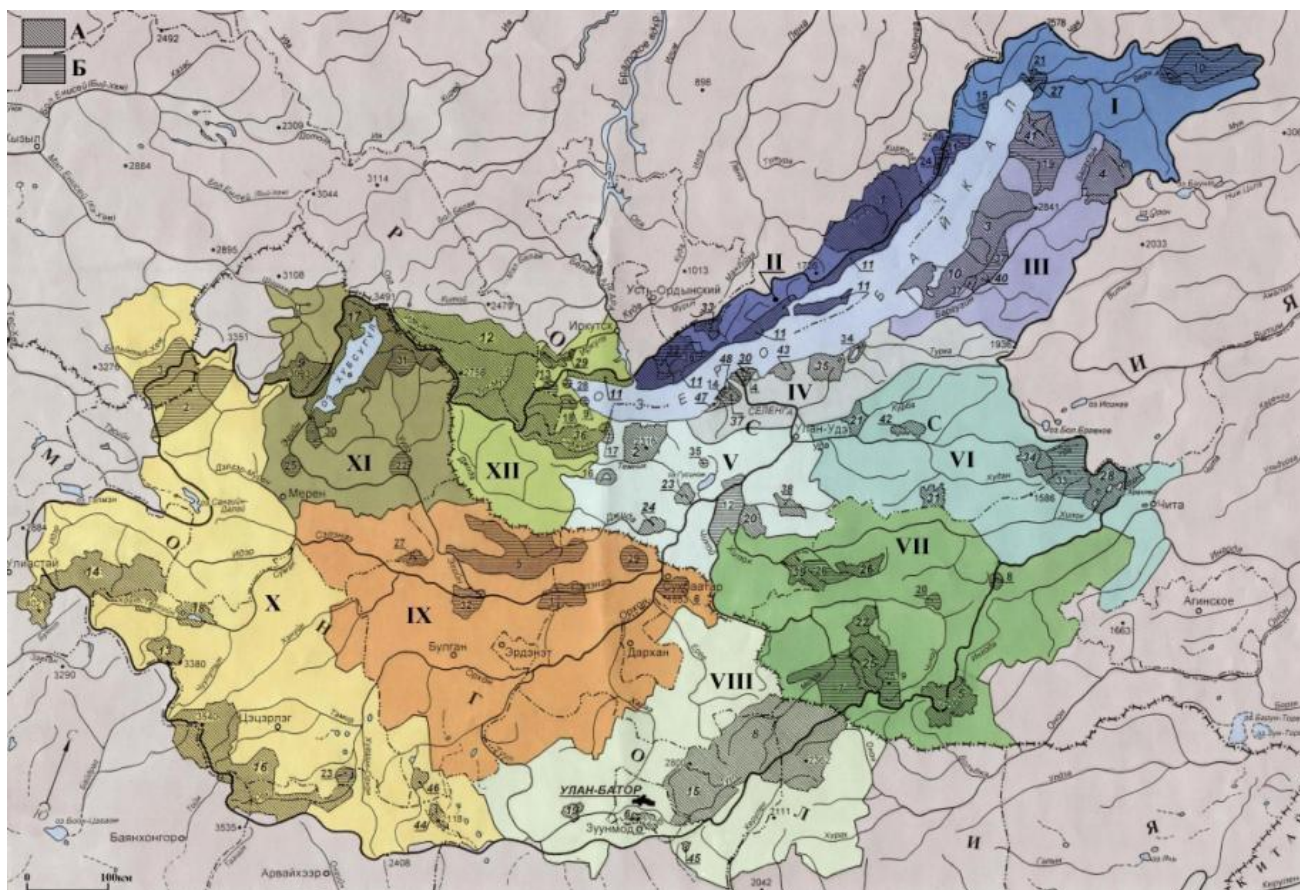
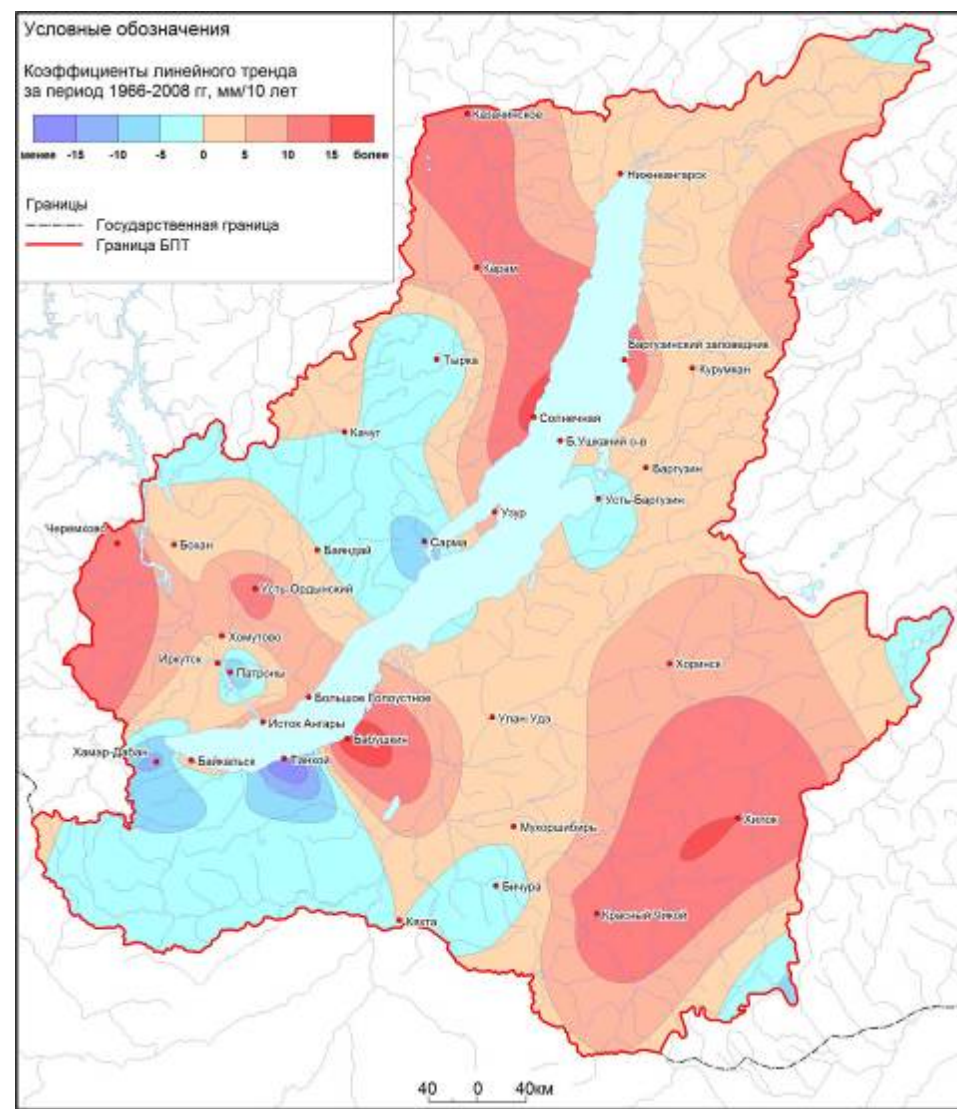
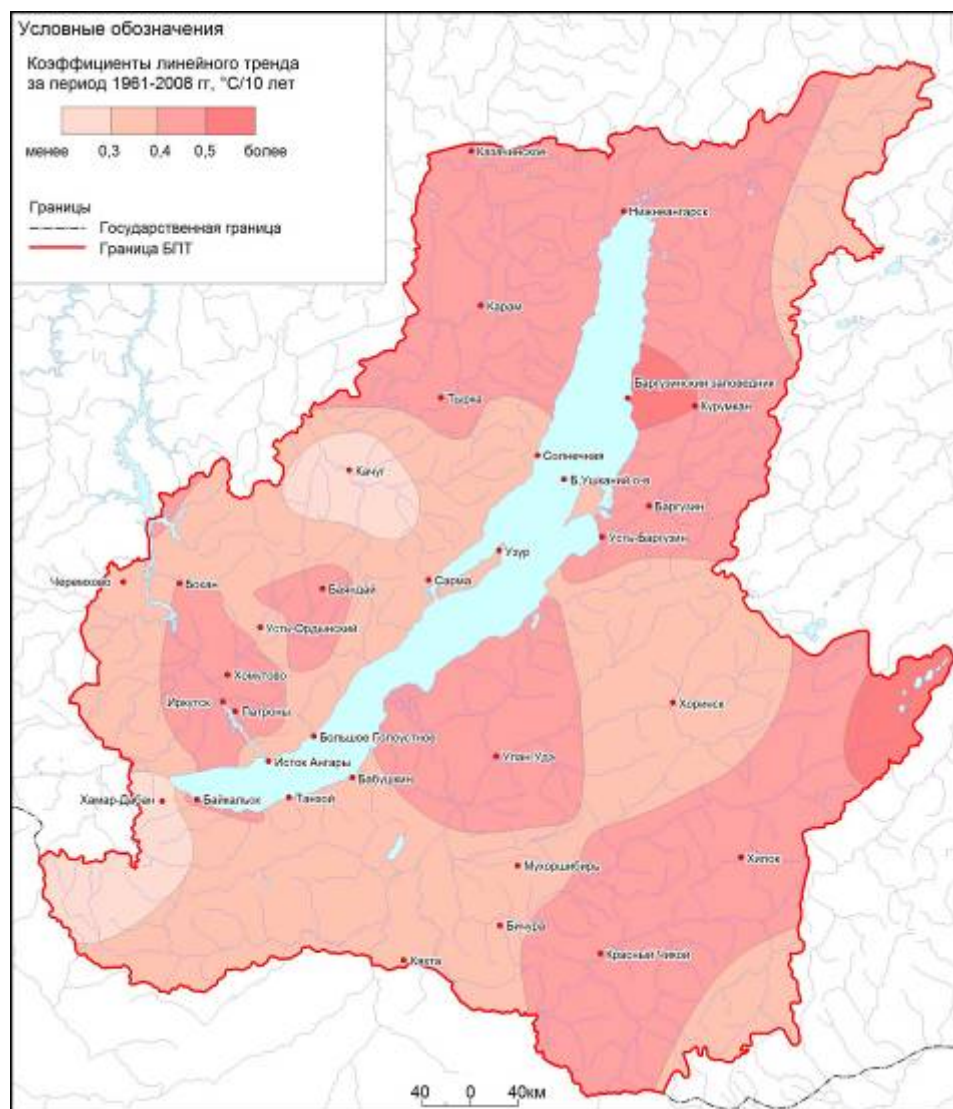


Рис. 2.6.2. Экологический каркас бассейна озера Байкал и составляющие его природоохранную часть локальные сети ООПТ

Условные обозначения: ООПТ: А – действующие; Б – планируемые. Нумерация: 1-46 – действующих ООПТ; 1-37 – планируемых ООПТ; I – XII локальных сетей ООПТ, составляющих природоохранную часть экологического каркаса бассейна Байкала.

Проведена оценка тенденций климатических изменений на Байкальской природной территории. Определены тенденции изменения температуры воздуха, атмосферных осадков, норм стока рек на БПТ, оценены взаимосвязи климатических и гидрологических параметров. Построены карты распределения трендов температуры воздуха, атмосферных осадков, стока рек на БПТ за отдельные месяцы и сезоны года (рис. 2.6.3, 2.6.4, 2.6.5). Выявлены климатически обусловленные изменения речного стока в бассейнах рек Лена, Ангара, озера Байкал. На основе данных о ландшафтной структуре водосборов и величине стока рек бассейна озера Байкал отработан алгоритм и произведена оценка водного потенциала БПТ для различных фаз водности и в среднегодовом разрезе. По результатам проведено районирование и построены карты, характеризующие интенсивность формирования стока на БПТ в различные фазы годового гидрологического цикла.



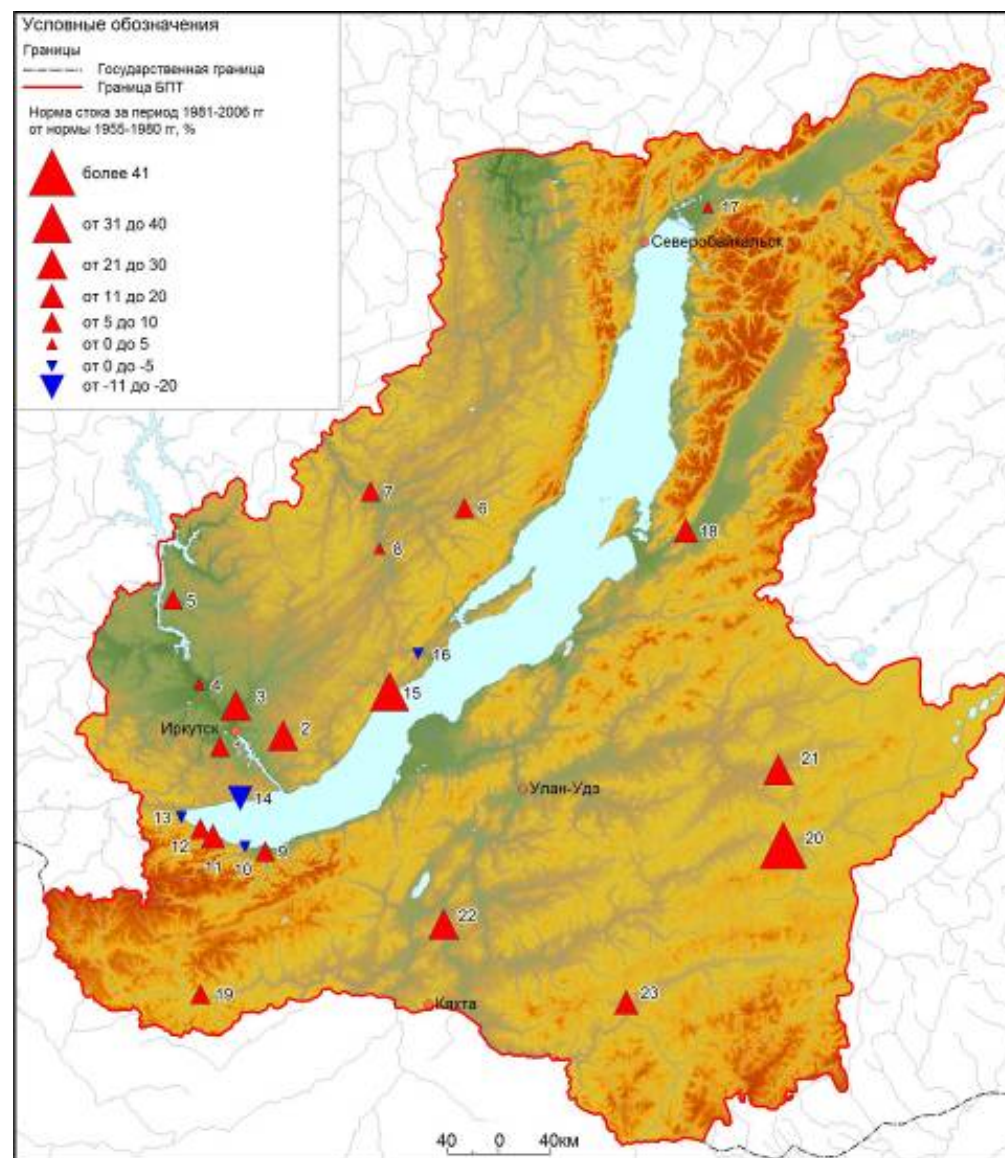


Рис. 2.6.5. Тренд стока рек

Рассмотрены факторы, обуславливающие устойчивость туризма к влиянию глобального экономического кризиса. Применительно к условиям Байкальского региона проанализированы основные направления «Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федерального значения на период до 2020 г.», ориентированные на коммерциализацию этих территорий в сфере туризма и рекреации, формирование современной инфраструктуры туристско-рекреационных комплексов, модернизацию территориальной системы охраны природы. Внимание акцентировано на проблеме формирования особых экономических зон туристско-рекреационного типа и их взаимодействии с ООПТ региона. Одной из перспективных форм организации туризма и отдыха в пределах заповедников и национальных парков предложено создание и обустройство пешеходных туристских троп (Рис. 2.6.6). Выявлен существенный вклад ресурсов климата в развитие социально-экономических процессов на муниципальном и региональном уровнях Восточной Сибири. Проведен анализ географических условий формирования отдельных видов природно-ресурсного потенциала сибирских регионов – рекреационного, охотничьего и др.

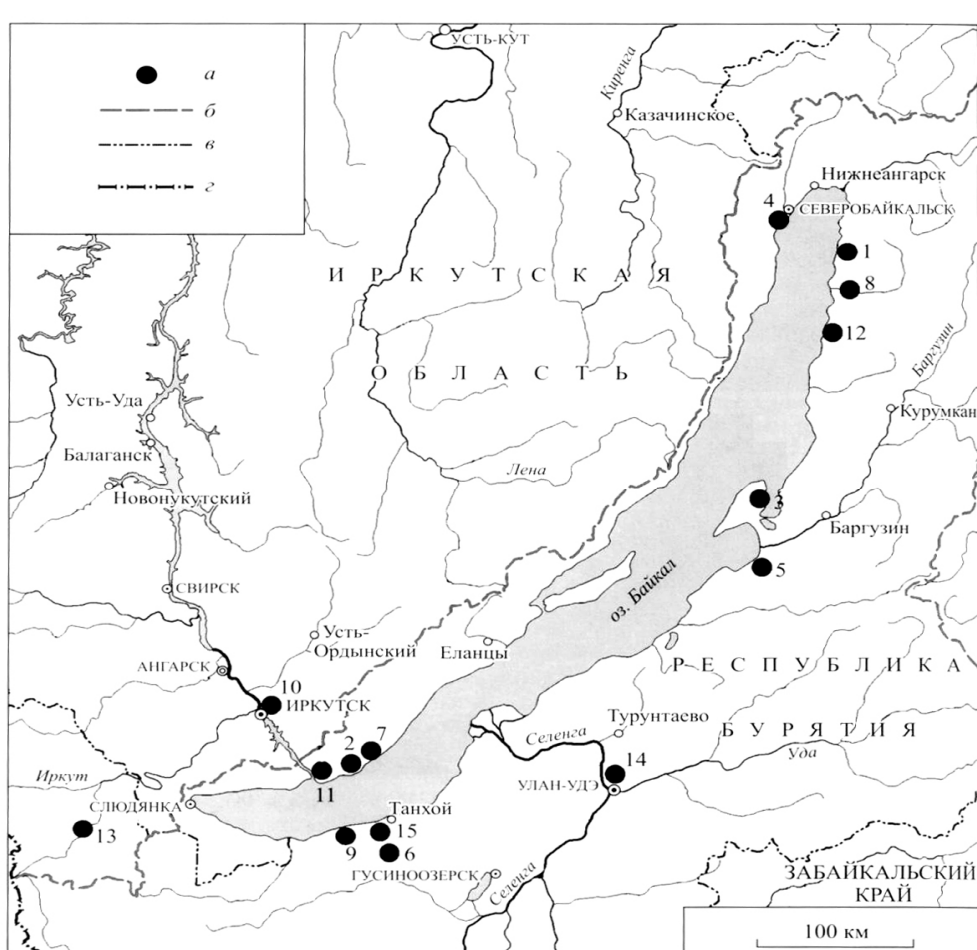


Рис. 2.6.6. Тропы Центральной экологической зоны БПТ

a – тропы: 1 – р. Верх. Ангара - санаторий «Хакусы», 2 – пос. Листвянка - пос. Бол. Коты, 3 – пос. Монахово - бухта Змеевая, 4 – «Путь в Богучаны», 5 – пос. Максимиха - пос. Усть-Баргузин, 6 – «В джунглях Хамар-Дабана», 7 – пос. Бол. Коты - скала Скрипер, 8 – бухта Ая - оз. Фролиха, 9 – вдоль р. Выдриной, 10 – в Ботаническом сад ИГУ (вне центральной экологической зоны), 11 – в Дендрологическом парке Байкальского музея ИНЦ СО РАН, 12 – в санатории «Хакусы», 13 – пос. Аршан - первый водопад на р. Кынгаре, 14 – в парке «Юбилейный», 15 – образовательная тропа в пос. Танхой

Границы: *b* – бассейна озера Байкал, *v* – субъектов федерации, *z* – государственная

Установлены этапы развития эрозионно-аккумулятивных и флювиальных процессов в речных системах Прибайкалья в голоцене, связанные с природно-климатическими, тектоническими, сейсмическими и изменениями в землепользовании. В бассейне р. Голоустной выявлены этапы формирования аллювиальных отложений, обусловленные климатическими изменениями и сейсмическими событиями. В результате детальных комплексных исследований отложений оврагов и конусов выноса, радиоуглеродного датирования прослоев и горизонтов погребенных почв установлено 4 этапа активизации оврагообразования в Юго-Западном Прибайкалье в позднеледниковье и голоцене. На основе детальных исследований отложений и погребенных почв, их радиоуглеродного датирования установлены этапы формирования природной среды в каргинский мегастадиал (24-57 тыс. л.н.) (рис.2.6.7).

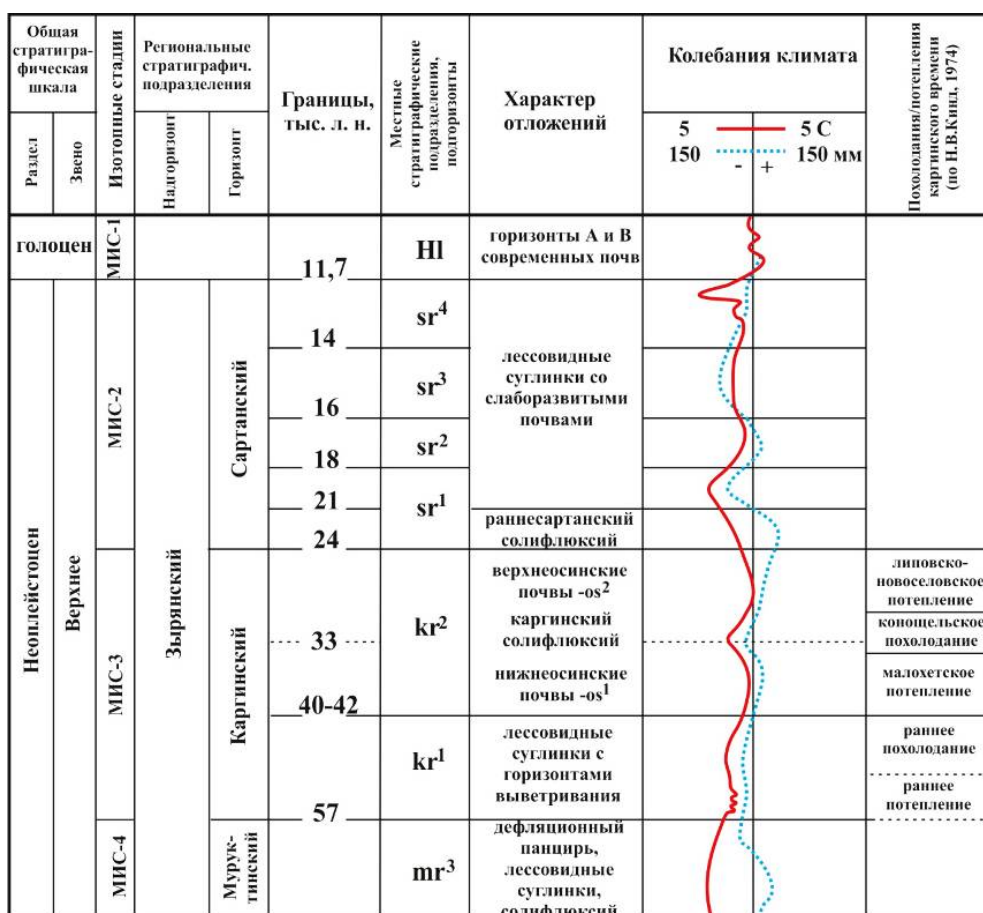


Рис. 2.6.7. Колебания климата и стратиграфия каргинско-сартанских образований Южного Прибайкалья. Примечание: приведенные датировки соответствуют радиоуглеродному возрасту

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН провел натурные обследования с целью получения оценки экологической емкости Баргузинской котловины (рис. 2.6.8).

Важнейшим средообразующим ресурсом Баргузинской котловины являются леса. Они выполняют климаторегулирующую и противоэрозионную функции, во многом определяют водный режим и другие характеристики природных комплексов. По состоянию лесных экосистем можно адекватно оценить экологическую ситуацию на данной территории.

В настоящее время леса в Баргузинской котловине подвергаются негативному воздействию антропогенных факторов разного генезиса. Результаты съемки со спутника и наземные обследования свидетельствуют о значительных вырубках древостоев, хотя 2/3

площади лесов Баргузинской котловины по целевому назначению отнесены к защитным, в которых, в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации, допускаются только санитарные рубки погибших и поврежденных лесных насаждений. С каждым годом леса все больше страдают от пожаров. Так, за последние 10 лет на территории Баргузинского лесничества произошло 230 лесных пожаров на площади около 4 тыс. га. Кроме того, в лесах наблюдаются и другие негативные процессы – повышение рекреационной нагрузки, усиление эрозии почвенного покрова, сокращение численности видов животных, уничтожение ценных видов растений, занос синантропных видов.

Для территории характерна плотная дорожно-тропиночная сеть и развитая сеть автомобильных дорог, вследствие этого допустимая рекреационная нагрузка для сосновых лесов котловины превышена в 8 и более раз. Из обзора публикаций можно сделать вывод, что особенно неблагоприятная экологическая ситуация сложилась в центральной части котловины (Биликтуева, 2007). Здесь отмечается самый высокий в Бурятии процент эродированности земель (10% от общей площади Республики). Высокая численность поголовья и бессистемный выпас скота привели в свое время к опустыниванию лугово-степных ландшафтов.

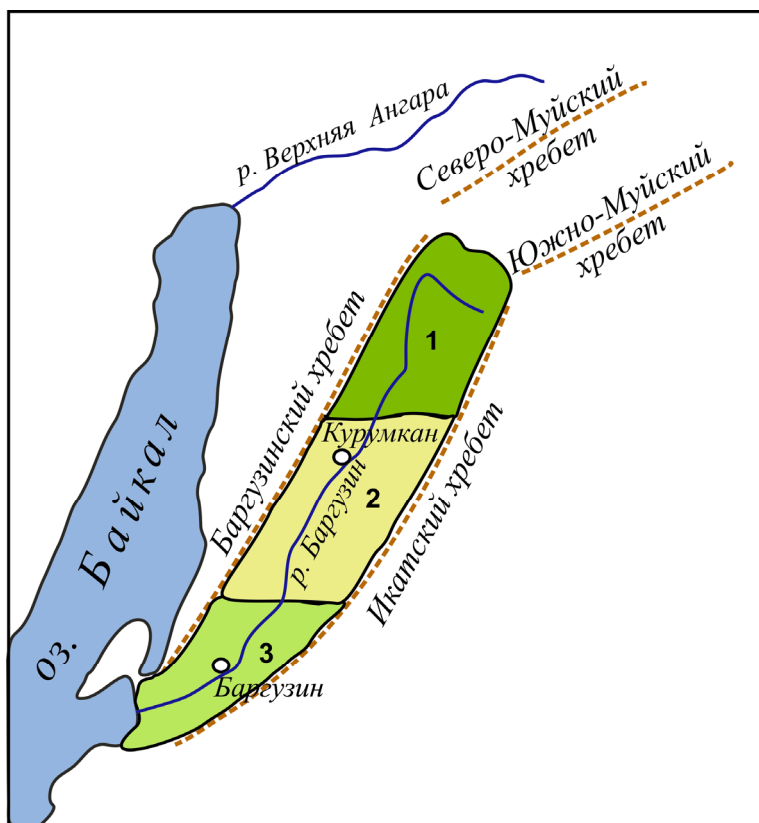


Рис. 2.6.8. Карта-схема Баргузинской котловины: 1 – северная часть, 2 – центральная часть, 3 – южная часть

Для рационального использования территории требуется определить ее экологическую емкость путем исследования состояния ключевых компонентов природных комплексов. В этом плане ранее были изучены природные экосистемы северной части Баргузинской котловины, в частности, на территории заповедника «Джержинский». Исследованы водные экосистемы, почвы и степные сообщества котловины, в то время как данных о состоянии лесных экосистем недостаточно. Поэтому целью исследований было оценить жизненное состояние сосновых древостоев на территории Баргузинской котловины. При этом наиболее подробно рассматривались морфоструктурные параметры крон деревьев и обеспеченность ассимиляционных органов элементами питания.

Натурные обследования охватили сосновые древостои северной, центральной и южной части Баргузинской котловины. Лесистость территории составляет 66%, при этом возможности увеличения площадей лесных насаждений весьма ограничены. Преобладающая часть лесопокрытой территории занята хвойными формациями, наиболее распространены светлохвойные лиственничные и сосновые древостои. Сосняки занимают самые разнообразные местообитания: равнинные хорошо прогреваемые участки с песчаными и супесчаными почвами, а также горные склоны, часто с каменистыми и недоразвитыми почвами.

Установлено, что рост и состояние сосновых древостоев в пределах Баргузинской котловины, отличающейся большим разнообразием природных условий и разным уровнем антропогенной нагрузки на ее территории, также существенно различаются (таблица 2.6.1).

Таблица 2.6.1

Морфоструктурные параметры крон деревьев в разных частях Баргузинской котловины

Место произрастания древостоев	Уровень дефолиации, %	Длина побега*, см	Масса хвои одного побега, г	Длина хвои, см	Число пар хвоинок на побеге, шт.
Северная часть	15-20	12,0±4,2	5,6±1,1	5,8±0,9	79,8±24,7
Центральная часть	30-40	5,8±0,7	2,1±0,3	4,9±0,3	41,3±9,0
Южная часть	20-25	10,2±4,7	4,2±1,1	5,0±0,4	63,5±25,1

* Исследовались побеги 2-го года жизни как наиболее физиологически активные

Наиболее высокими морфоструктурными показателями крон деревьев и лучшей обеспеченностью биогенными элементами характеризуются древостои, произрастающие на севере котловины. В южной ее части наблюдается ослабление состояния деревьев из-за выраженной рекреационной нагрузки. В центральной части котловины, где неблагоприятные природные условия (частые засухи, малоплодородные почвы) усиливаются влиянием комплекса негативных антропогенных факторов, изменения рассмотренных показателей свидетельствуют о сильном нарушении состояния древостоев. При разработке туристических маршрутов и размещении новых лечебно-оздоровительных объектов следует учитывать большую уязвимость природных комплексов и сниженные средообразующие функции лесов в центральной части котловины.

Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН в 2010-2011 гг. исследовал воздействия сточных вод и атмосферных выбросов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) на литораль южной части Байкала.

В 2010-2011 гг. проводился ежемесячный отбор воды в прибрежной шельфовой зоне Южного Байкала в районе сброса БЦБК для исследования компонентов трофического статуса и ионного состава (рис. 2.6.9).

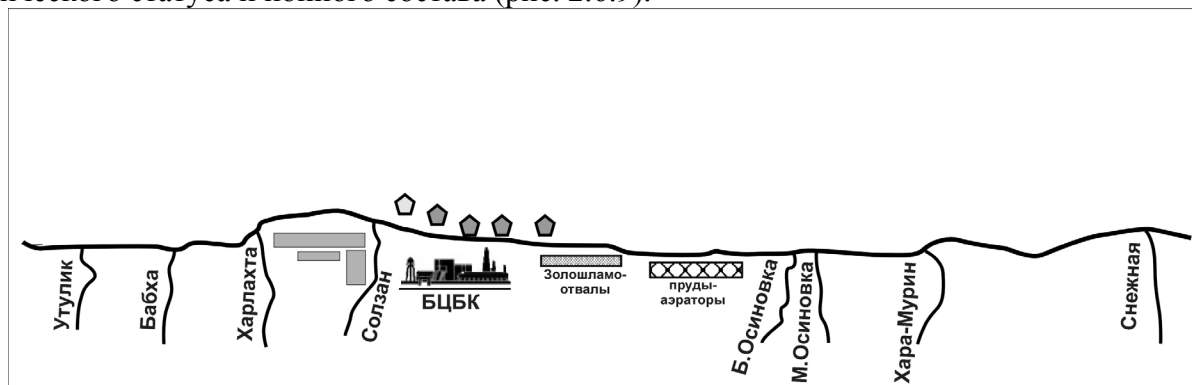


Рис. 2.6.9. Схема ежемесячного отбора проб воды в 2010-2011 гг. в притоках Южного Байкала и в прибрежной зоне около БЦБК

Температура воды в течение года в исследуемом районе колебалась от +12 до +22⁰ С и наблюдалось достаточно сильное развитие водорослей (рис. 2.6.10).



Рис. 2.6.10. Фотография развития водорослей в мае на мелководье Байкала в районе влияния сбросов сточных вод БЦБК

Результаты исследования показали, что воды в данном районе эвтрофированы: прозрачность по диску Секки – не более 2 м, содержание хлорофилла-а до 20 мкг/л и выше, общий фосфор – до 80 мкг/л, азот общий – свыше 800 мкг/л. Концентрации компонентов трофического статуса в притоках Южного Байкала - Снежной, Мурино, Большой и Малой Осиновке, Солзане, Харлахте, Бабхе и Утулике – были значительно ниже (рис. 2.6.11).

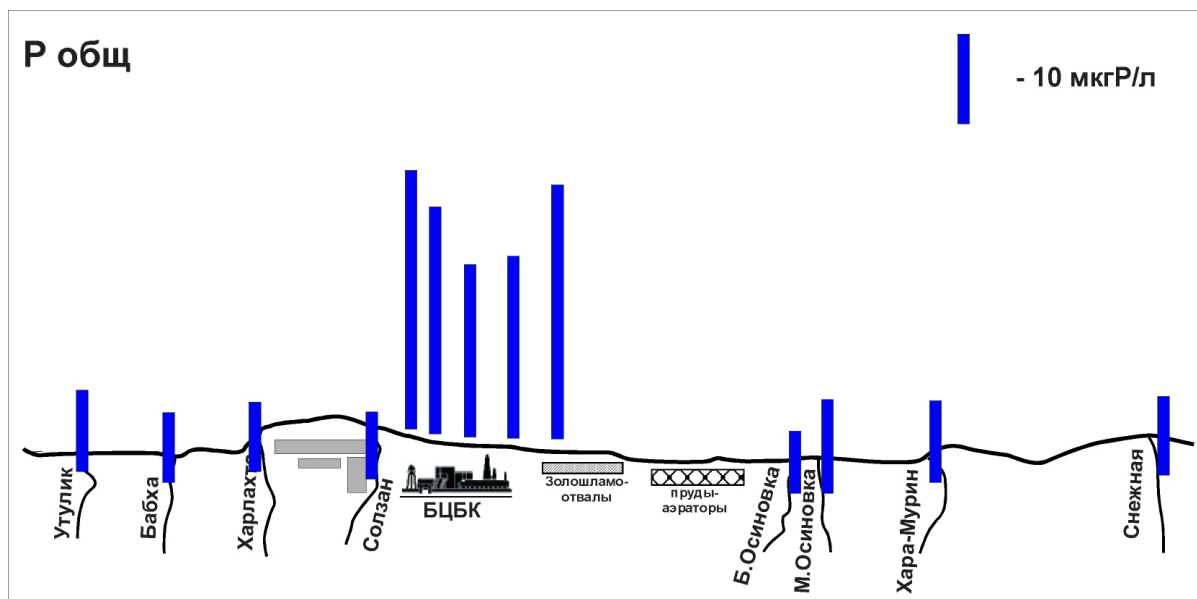


Рис. 2.6.11. Содержание фосфора (P_{общ.}) в водах притоков Южного Байкала и в прибрежной зоне в районе БЦБК

Более высокие величины содержания компонентов ионного состава в водах прибрежной шельфовой области Южного Байкала по сравнению с таковыми в водах указанных выше притоков и в водах пелагиали озера позволяют предполагать, что причина эвтрофирования вод – стоки БЦБК (рис. 2.6.12).

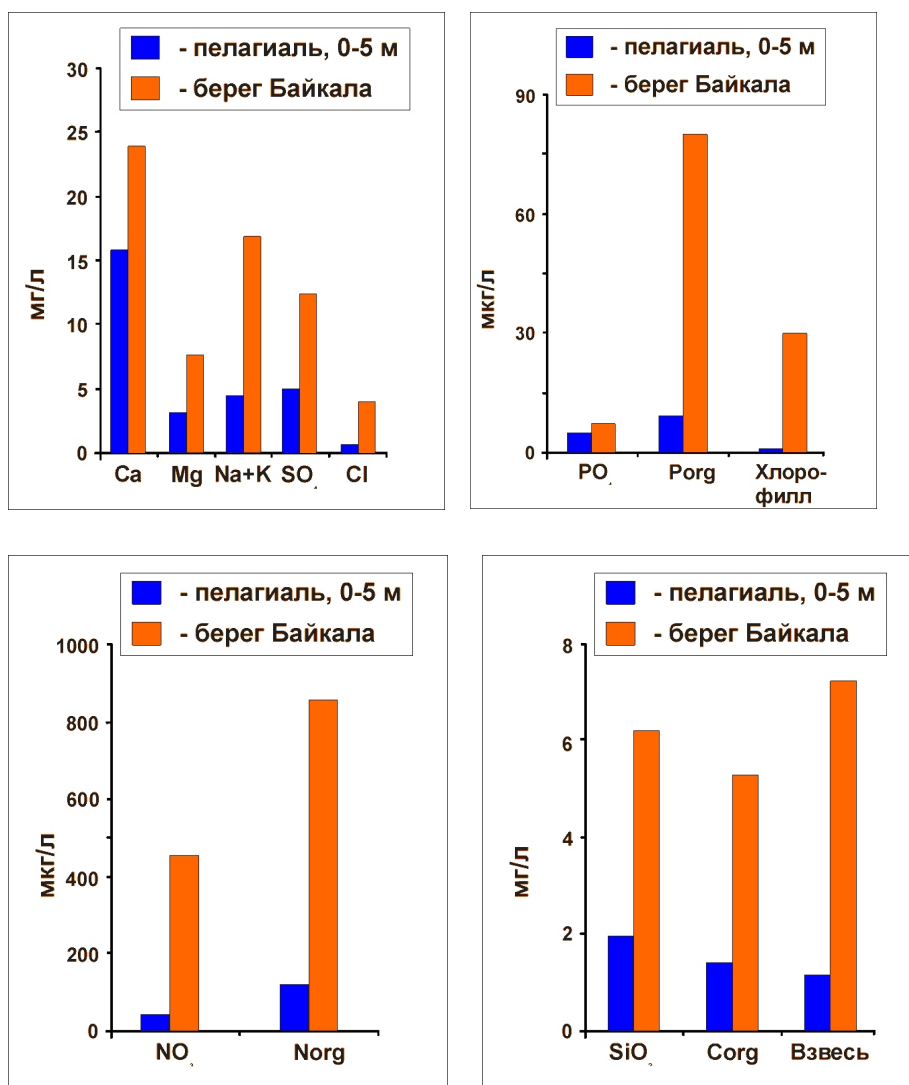


Рис. 2.6.12. Содержание компонентов ионного состава и трофического статуса в водах прибрежной шельфовой области Южного Байкала по сравнению с таковыми в водах пелагиали озера

В результате работы целлюлозно-бумажных предприятий с хлорным отбеливанием образуются, как побочные продукты, диоксины и фураны (ПХДД, ПХДФ). Конгенерный состав ПХДД/Ф в сточных водах БЦБК показал значительное сходство с конгенерным составом ПХДД/Ф в донных отложениях, зоопланктоне, отловленном в зоне влияния стоков БЦБК. Весомый вклад вносят и инсенинаторные установки комбината.

С 2008 года проводятся исследования стойких органических загрязнителей (СОЗ) в атмосферном воздухе населенных пунктов Прибайкалья, включая г. Байкальск. Получено, что концентрации СОЗ в атмосферном воздухе остаются на уровне значений начала 1990-ых годов и современных уровней в промышленно развитых странах (рис. 2.6.13).

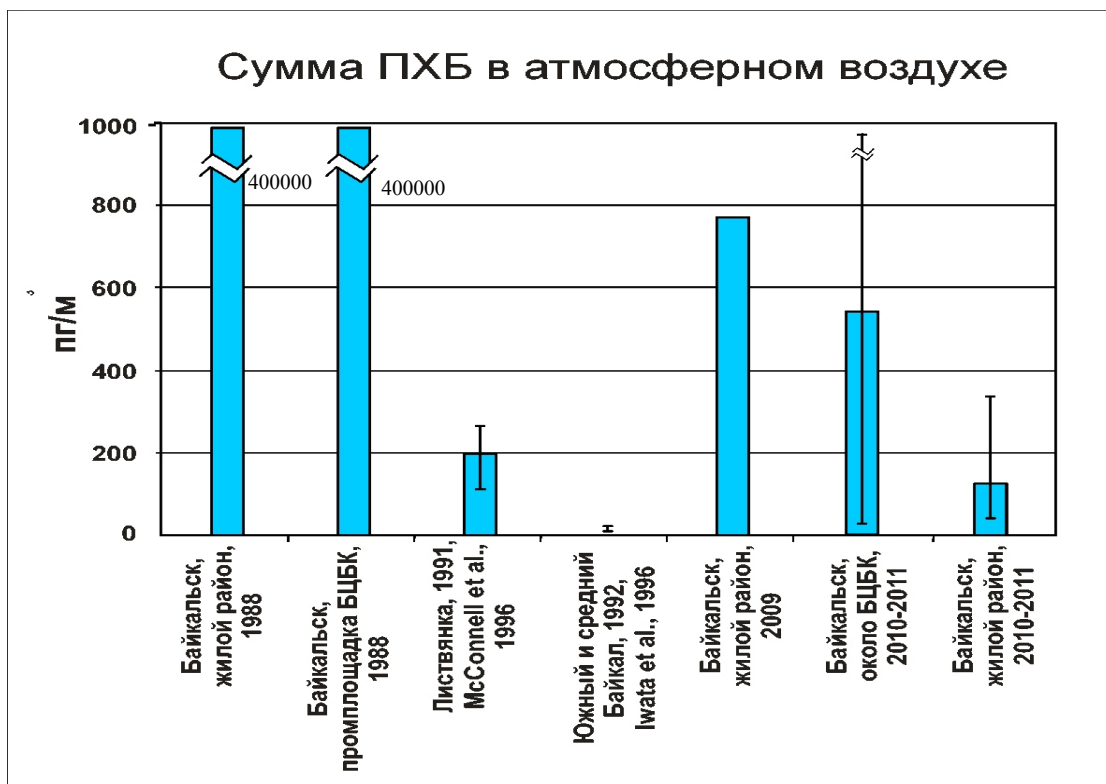


Рис. 2.6.13. Содержание ПХБ в атмосферном воздухе (пг/м³)

Уровни эквивалентов токсичности или диоксинового эквивалента (TEQ или ДЭ) ПХДД/Ф в донных отложениях, отобранных с глубоководных обитаемых аппаратов МИР в южной котловине оз. Байкал в 2010 году, находились в тех же пределах, что и в 1997 году, что говорит о высокой стабильности данных соединений и сохранении прежней ситуации с загрязнением диоксинами и родственными соединениями экосистемы Байкала (рис. 2.6.14).

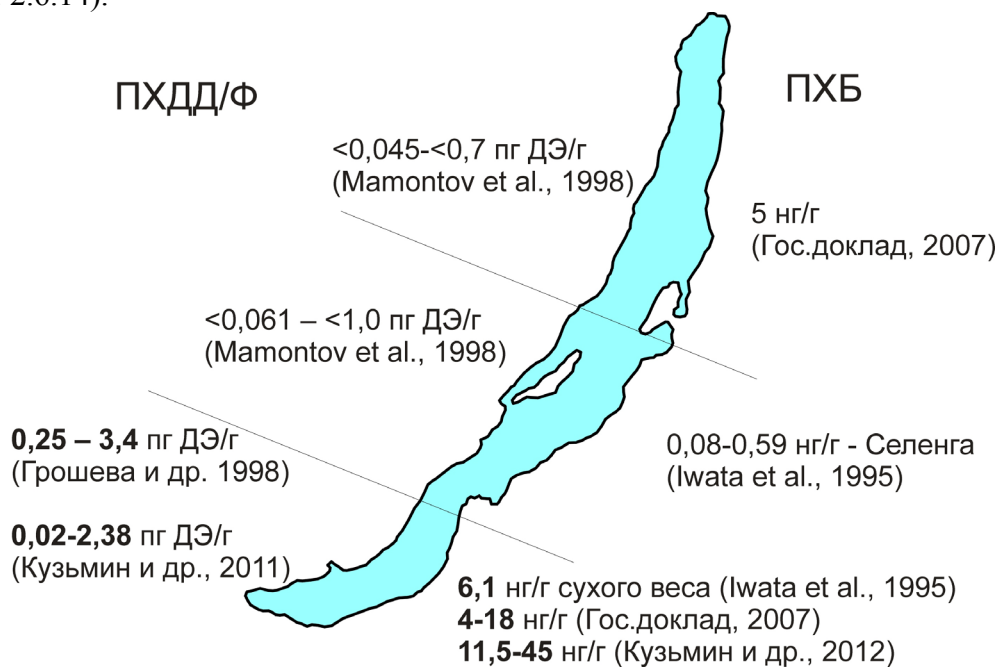


Рис. 2.6.14. Уровни диоксинового эквивалента ПХДД/Ф и суммы ПХБ в донных отложениях южной, средней и северной котловины озера Байкал