


Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Гидрохимический институт»
(ФГБУ «ГХИ»)

УДК 504.45.064.36.2(282.256.341.5)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБУ «ГХИ»



А.М. Никаноров
« 23 » ноября 2012 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
**РАЗРАБОТАТЬ ГАРМОНИЗИРОВАННУЮ ПРОГРАММУ
МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГА**
(заключительный)

Заместитель директора ФГБУ «ГХИ»
по научной работе



Л.И. Минина

Ростов-на-Дону 2012

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы, чл.-корр. РАН	А.М. Никаноров (разделы 5, 7, 10)
Ответственный исполнитель: Вед. науч. сотр., канд. хим. наук	Л.И. Минина (реферат, разделы 5.10)
Исполнители: Вед. науч. сотр., канд. хим. наук	Н.П. Матвеева (разделы 1, 2)
Ст. науч. сотр., канд. хим. наук	Т.Б. Тезикова (раздел 3)
Зав. лабораторией, канд. геол.-мин.-наук.	С.А. Резников (раздел 3)
Вед. науч. сотр., канд. хим. наук	Е.Е. Лобченко (раздел 5)
Ст. науч. сотр.	О.В. Якунина (раздел 6)
Ст. науч. сотр.	Н.А. Лямперт (раздел 5)
Зав. лабораторией, канд. хим. наук	А.А.Назарова (разделы 7, 8, 10)
Зав. лабораторией, канд. хим. наук	Л.В. Боева (разделв 9,10)
Ст. науч. сотр.	И.П. Ничипорова (раздел 5)
Вед. науч. сотр., канд. геогр. наук	Л.Г. Коротова (раздел 4)
Науч. сотр.	Н.И. Архипенко (раздел 4)
Нормоконтролер	Е.Л. Селютина

РЕФЕРАТ

Отчет заключительный, 216 л., 57 рис., 52 табл., 59 источников, 2 приложения.

МОНИТОРИНГ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, БАССЕЙН СЕЛЕНГИ, ПОСТУПЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ТРАНСГРАНИЧНЫЕ СТОРЫ С МОНГОЛИЕЙ, СТЕПЕНЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ, ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОД, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АНАЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ, ИНТЕРКАЛИБРАЦИЯ, ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДИК АНАЛИЗА, ПЕРЕДВИЖНЫЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, ГАРМОНИЗИРОВАННАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА.

Объектом исследования являются: система мониторинга трансграничных водных объектов в бассейне р. Селенга в России и Монголии, оценка состояния и загрязнения поверхностных водных объектов в регионе, включая трансграничные реки, оценка поступления загрязняющих веществ на территорию России через трансграничные с Монголией створы рек бассейна Селенги

Цель работы – разработать гармонизированную программу мониторинга качества воды в бассейне реки Селенга.

Для достижения этой цели решены следующие основные задачи:

- анализ состояния сети наблюдений Росгидромета, включая трансграничные пункты, за загрязнением поверхностных вод в бассейне р. Селенга;
- оценка выноса загрязняющих веществ через замыкающий створ р. Селенга с учетом вклада МНР на российском участке;
- оценка переноса химических веществ речным стоком через границу с Монголией в 2001–2010 гг.;
- оценка состояния, тенденций и динамики загрязненности поверхностных вод бассейна р. Селенга и других трансграничных с Монголией рек;
- оценка гидробиологического состояния р. Селенга на участке от г. Улан-Удэ до дельты по многолетним наблюдениям;
- разработка подходов к обеспечению системы контроля качества аналитических измерений;
- разработка программы межлабораторных сравнительных испытаний (интеркалибрации) методов анализа загрязняющих веществ для России и МНР;
- сравнение методик анализа проб воды, используемых в настоящее время в мониторинге трансграничных водных объектов Российской и Монгольской сторонами и подготовка заключения о сопоставимости методик;

Результаты исследований использованы при подготовке Гармонизированной программы мониторинга качества вод в бассейне р. Селенга для России и Монголии.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Анализ состояния сети наблюдений Росгидромета за загрязнением поверхностных вод в бассейне р. Селенга	2
2 Анализ состояния сети пунктов наблюдений за загрязнением трансграничных поверхностных вод суши на участках рек бассейна р. Селенга	12
3 Оценка выноса загрязняющих веществ через замыкающий створ р. Селенга с учетом вклада МНР на российском участке	16
3.1 Минерализация воды и ионный сток р. Селенга в замыкающем створе	16
3.1.1 Минерализация воды	16
3.1.2 Ионный сток	17
3.1.3 Сток фторидов	18
3.2 Режим нормируемых и специфических веществ в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.	20
3.2.1 Водородный показатель, растворенный кислород, взвешенные и трудноокисляемые органические вещества	20
3.2.1.1 Водородный показатель	20
3.2.1.2 Растворенный кислород	20
3.2.1.3 Взвешенные вещества	24
3.2.1.4 ХПК	24
3.2.2 Нормируемые и специфические органические вещества	26
3.2.2.1 БПК ₅	26
3.2.2.2 Летучие фенолы	28
3.2.2.3 Нефтепродукты	28
3.2.2.4 Смолы и асфальтены	32
3.2.2.5 СПАВ	34
3.2.2.6 Жиры	35
3.2.2.7 Хлорорганические пестициды	38
3.3 Сток контролируемых веществ через замыкающий створ р. Селенга за период 2001-2010 гг.	38
3.3.1 Сток взвешенных и трудноокисляемых органических веществ	41
3.3.1.1 Взвешенные вещества	41
3.3.1.2 Трудноокисляемые органические вещества	41
3.3.2 Сток нормируемых и специфических веществ	41
3.3.2.1 Сток легкоокисляемых органических веществ	41
3.3.2.2 Сток нефтепродуктов, смол и асфальтенов	42
3.3.2.3 Сток фенолов	43
3.3.2.4 Сток СПАВ	43
3.3.2.5 Сток жиров	43
3.4 Сравнительные оценки стока контролируемых веществ через замыкающий створ р. Селенга в 2001-2010 гг.	44
3.4.1 Сток контролируемых веществ через створ с. Мурзино – р. Селенга	45
3.4.2 Сток веществ через пограничный створ п. Наушки – р. Селенга	48
3.4.3 Сравнительные данные о поступлении веществ в речное русло через пограничный створ, от притоков первого порядка и через замыкающий створ р. Селенга	51
3.4.4 Сток веществ через замыкающие створы основных притоков оз. Байкал	54
4 Оценка поступления загрязняющих веществ на территорию России через трансграничные с Монголией створы рек бассейна р. Селенга	56
4.1 Перенос химических веществ речным стоком через границу с Монголией в 2001–2010 гг.	56
5 Оценка состояния, тенденций и динамики загрязненности поверхностных вод бассейна р. Селенга и других трансграничных с Монголией рек	60
5.1 Формирование химического состава воды р. Селенга и рек ее бассейна	60
5.1.1 Река Селенга	60
5.1.2 Половодье	63
5.1.3 Паводки	65
5.1.4 Летне-осенняя межень	65

5.1.5 Зимняя межень	66
5.1.6 Река Джиды	76
5.1.7 Река Чикой	77
5.1.8 Река Хилок	77
3.1.9 Река Уда	78
3.1.10 Река Темник	79
5.2 Источники загрязнения поверхностных вод бассейна р. Селенга	80
5.3 Оценка степени загрязненности и динамика изменения качества поверхностных вод в бассейне Селенги и трансграничных с Монголией рек за период 2000-2011 гг.	87
5.3.1 Легкоокисляемые органические вещества	88
3.3.2 Трудноокисляемые органические вещества	92
5.3.3 Аммонийный азот	98
5.3.4 Нефтепродукты и полициклические, ароматические углеводороды	100
5.3.5 Соединения металлов	108
5.3.6 Соединения железа	109
5.3.7 Соединения меди	113
5.3.8 Соединения цинка	117
3.1.9 Соединения свинца \	121
5.3.10 Соединения марганца	125
5.3.11 Соединения алюминия	128
5.3.12 Фториды	128
5.4 Комплексная оценка качества поверхностных вод бассейна Селенги	133
5.5 Оценка качества трансграничных поверхностных вод России и Монголии	148
6 Оценка гидробиологического состояния р. Селенга на участке от г. Улан-Удэ до дельты по многолетним наблюдениям	159
7 Разработка единых (с МНР) подходов к обеспечению системы контроля качества аналитических измерений	169
7.1 Система контроля качества аналитических измерений	169
8 Программа межлабораторных сравнительных испытаний (интеркалибрации) методов анализа загрязняющих веществ для России и МНР	171
9 Перечень методик физико-химического анализа и технических средств, рекомендуемых для использования в стационарных и передвижных лабораториях в системе мониторинга бассейна р. Селенга монгольской и российской сторонами	172
10 Разработка гармонизированной программы мониторинга качества воды в бассейне реки Селенга	191
ГАРМОНИЗИРОВАННАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ	
В БАСЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГА	193
10.1 Общие положения	193
10.2 Характеристика качества воды в трансграничных водных объектах бассейна р. Селенга	195
10.3 Подсистема мониторинга трансграничных поверхностных вод суши	197
10.4 Предложения по гармонизации используемых методик для анализа состояния и загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Селенга для России и Монголии	199
10.5 Рекомендации по системе контроля качества аналитических измерений	200
10.6 Программа межлабораторных сравнительных испытаний (интеркалибрации) методов анализа загрязняющих веществ для специалистов России и Монголии	203
10.7 Предложения по гидробиологическим определениям	203
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	205
ПРИЛОЖЕНИЕ А Программа межлабораторных сравнительных испытаний по измерению концентраций показателей состава воды	209
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Форма протокола количественного химического анализа	210

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

- БПК₅** - биохимическое потребление кислорода (в течение 5 суток)
- ВЗ** - высокое загрязнение водоема или водотока
- ГНС** – государственная наблюдательная сеть Росгидромета в области гидрометеорологии и смежных с ней областях
- ГП-I** – гидрологический пост I разряда (измеряются ежедневные расходы воды)
- ГП-II** - гидрологический пост II разряда (измеряются уровни воды)
- ГНС** – государственная наблюдательная сеть Росгидромета в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;
- ГСН** - государственная служба наблюдений за состоянием окружающей среды
- ГХЦГ** – гексахлорциклогексан
- ДДТ** – дихлордифенилтрихлорэтан
- КПЗ** – критические показатели загрязненности воды
- КХА** – количественный химический анализ
- ЛМЗВ** - лаборатория по мониторингу загрязнения поверхностных вод суши
- МВИ** – методика выполнения измерений
- МНАС** – монгольская национальная втестационная служба
- МСИ** – межлабораторные сравнительные испытания
- МЧС** – Министерство по чрезвычайным ситуациям
- ОГФ** - основные гидрологические фазы
- ПАУ** – полициклические ароматические углеводороды
- ПГХЛ** – передвижная гидрохимическая лаборатория
- ПДК** – предельно допустимая концентрация
- СПАВ** – синтетические поверхностно-активные вещества
- ТПВС** – трансграничные поверхностные воды суши
- ТЦА** – трихлорацетат натрия
- УКИЗВ** – удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды
- ХОП** - хлорорганические пестициды
- ХПК** - химическое потребление кислорода
- ЦГМС** - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
- ЦГМС-Р** - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями»
- ЭВЗ** - экстремально высокое загрязнение водоема или водотока
- Eh** – окислительно-восстановительный потенциал, характеризующий окислительно-восстановительное состояние поверхностных вод
- pH** – водородный показатель, характеризующий состояние кислотно-основного равновесия воды

1 Анализ состояния сети наблюдений Росгидромета за загрязнением поверхностных вод в бассейне р. Селенга

Самый крупный приток оз. Байкал р. Селенга берёт начало в Монголии и на протяжении 409 км (при общей длине 1024 км) протекает по территории России. Площадь водосборного бассейна Селенги составляет 447,06 тыс. км², из них 148,06 тыс. км² находится в пределах России. Селенгу питают многочисленные притоки, самые крупные из которых реки Джида, Темник, Чикой, Хилок, Уда. В среднем за год Селенга приносит в Байкал ~ 30 км³ воды, что составляет около половины всего притока в озеро, и является основным поставщиком в него взвешенных и растворённых веществ, в том числе и загрязняющих [1].

Наблюдения за качеством воды Селенги и её притоков осуществляются Забайкальским УГМС.

В бассейне Селенги в состав государственной наблюдательной сети (ГНС) Росгидромета за загрязнением поверхностных вод входят 29 пунктов наблюдений, расположенных на 20 реках (рисунк 1). Из них в 3-х пунктах, расположенных на двух притоках Селенги первого порядка (рр. Большая и Вилюйка) и притоке второго порядка, впадающем в р. Хилок (р. Буй), наблюдения временно прекращены из-за удалённости пунктов наблюдений от Улан-Удэнской ЛМЗВ, где проводится анализ проб воды, и в настоящее время наблюдения осуществляются в 26 пунктах на 17 реках. Характеристика действующих пунктов наблюдений ГСН за загрязнением воды р. Селенга и её притоков представлена в таблице 1.

Створы наблюдений за качеством воды расположены:

- в районах населенных пунктов с организованным сбросом сточных вод;
- в местах нереста и зимовья ценных пород рыб;
- в районах пересечения реками государственной границы РФ;
- в замыкающих створах рек;
- на участках рек не подверженных прямому антропогенному воздействию для оценки фоновое состояние рек.

Кроме того на базе режимных наблюдений в некоторых пунктах осуществляются специальные наблюдения:

- в подсистеме мониторинга оценки переноса химических веществ через замыкающие створы рек (р. Селенга с. Кабанск);
- в пунктах фоновых наблюдений (рр. Темник, Аса, Блудная и Джида в районе с. Хамней);
- в подсистеме мониторинга трансграничных поверхностных вод суши (р. Селенга п. Наушки, р. Чикой с. Чикой, рр. Киран, Менза);
- в национальной подсистеме ГСМОС/Вода (р. Селенга с. Кабанск, р. Джида, с. Хамней);

Таблица 1 – Характеристика действующих пунктов наблюдений ГСН за загрязнением воды р. Селенга и её притоков

№№ п / п	Пункт наблюдений, его номер в УГМС	Расположение створа наблюдений	Категория пункта	Год открытия пункта	Расположение вертикали, доли ширины реки от левоберега	Координатный номер вертикали	Расстояние от устья, км	Обоснование цели открытия пункта наблюдений
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	р. Селенга п. Наушки 17018	1,5 км к З-ЮЗ от поселка, гидроствор	3	1970	0,5	502010600	402,0	Получение информации о качестве воды реки в районе пересечения гос. границы с МНР
2	р. Селенга п. Новоселенгинск 17019	1,6 км ниже посёлка, гидроствор	3	1970	0,1	510010630	273,0	Получение информации о качестве воды реки большой категории в районе населённого пункта
3	р. Селенга г. Улан-Удэ 17020	1. 2 км выше г.Улан-Удэ 2. 1 км ниже города, 0,5 км ниже сброса сточных вод ГОС 3.22,5 км ниже города гидроствор	2	1967	0,5 0,5 0,5	515110731 515010732 520010720	163,0 148,5 127,0	Получение информации о качестве воды реки большой категории в районе населённого пункта с организованным сбросом сточных вод и в месте нереста и зимовья ценных пород рыб
4	р. Селенга с. Кабанск 17021	1. 23,5 км выше села, 3 км выше сброса сточных вод МУП ЖКХ п. Селенгинск 2. 19,7 км выше села 0,8 км ниже сброса сточных вод МУП ЖКХ п. Селенгинск 3. 0,5 км ниже села, гидроствор	2	1968	0,5 0,5 0,5	520010640 520010641 520010642	67,0 63,2 43,0	Получение информации о качестве воды реки в районе населённого пункта с организованным сбросом сточных вод. Специальные наблюдения: в подсистеме мониторинга оценки выноса химических веществ и в национальной подсистеме ГСМОС/Вода

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	р. Селенга с. Мурзино 17022	0,4 км ниже села, гидро- створ	3	1970	0,3	521010620	25,0	Получение информации о каче- стве воды в замыкающем створе основного притока оз. Байкал
6	р. Джида с. Хамней 17023	4 км выше села, гидроствор	4	1970	0,5	502010350	318,0	Получение информации о каче- стве воды реки средней катего- рии. Специальные наблюдения: в пункте фоновых наблюдений и в национальной подсистеме ГСМОС/Вода
7	р. Джида ст. Джида 17024	3,5 км к ЮЮЗ от станции, гидроствор	4	1963	0,1	503010600	21,0	Получение информации о каче- стве воды в замыкающем створе реки средней категории
8	р. Модонкуль г. Закаменск 17025	1. 2 км выше города, гид- роствор 2. 1,3 км ниже города	4	1976	0,5 0,5	502010310 502010311	1,0 1,0	Получение информации о каче- стве воды реки в районе насе- ленного пункта с организо- ванным сбросом сточных вод
9	р. Темник улус Улан- Удунга 17026	1 км к ЮЗ от улуса, гидроствор	4	1974	0,1	510010550	59,0	Пункт фоновых наблюдений для получения информации о каче- стве воды реки средней катего- рии
10	р. Чикой с. Гремячка 17027	0,2 км ниже села, гидроствор	4	1962	0,5	501010830	385,0	Получение информации о каче- стве воды водотока средней кате- гории в районе нереста и зимовья ценных видов рыб
11	р. Чикой с. Чикой 17028	2 км к В от села, гидроствор	3	1968	0,1	501010650	130,0	Получение информации о каче- стве воды реки средней катего- рии на участке вблизи государ- ственной границы с МНР

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	р. Чикой с. Поворот 17029	0,5 км выше села, гидро- створ	3	1969	0,5	505010630	22,0	Получение информации о каче- стве воды в замыкающем створе реки средней категории
13	р. Аса с. Аца 17031	4 км выше села гидроствор	4	1963	0,5	502010930	17,0	Получение информации о каче- стве воды в пункте фоновых наблюдений
14	р. Менза с. Укыр 17032	0,4 км выше села гидро- створ	4	1986	0,5	492010850	182,0	Получение информации о каче- стве воды при пересечении ре- кой государственной границы с МНР
15	р. Киран с. Киран 17033	3 км от государственной границы, на 17,5 км выше ГП	4	1964	0,5	502010641	20,0	Получение информации о каче- стве воды при пересечении ре- кой государственной границы с МНР
16	р. Хилок г. Хилок 17034	1. 0,2 км выше города, 0,8 км выше гидроствора 2. 0,2 км ниже города, 3,5 км ниже сброса сточных вод очистных сооружений станции Хилок	3	1965	0,5	512011020	522,8	Получение информации о каче- стве воды реки в районе населён- ного пункта с организованным сбросом сточных вод
					0,5	512011021	517,0	
17	р. Хилок с. Малета 17035	0,5 км выше села, 0,5 км выше гидроствора	4	1960	0,5	505010820	250,5	Получение информации о каче- стве воды реки средней катего- рии в среднем течении
18	р. Хилок з. Хайластуй 17036	на уровне заимки, гидро- створ	3	1963	0,5	511010650	22,0	Получение информации о каче- стве воды в замыкающем створе реки средней категории
19	р. Блудная с. Энгорок 17037	0,5 км выше села, на 0,7 км выше ГП	4	1973	0,5	505011020	95,7	Получение информации о каче- стве воды в пункте фоновых наблюдений

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	р. Баляга г. Петровск- Забайкальский 17038	1. 0,5 км выше города 2. 0,5 км ниже города	3	1976	0,5 0,5	511010850 511010853	51,5 35,0	Получение информации о качестве воды реки в районе населённого пункта с организованным сбросом сточных вод
21	р. Унго с. Усть - Унго 17039	1,5 км выше села гидро- створ	4	1964	0,5	505010830	8,2	Получение информации о качестве воды в устье водотока средней категории
22	р. Куйтунка с. Тарбагатай 17042	0,2 км выше села, гидро- створ	4	1963	0,5	512010720	12,0	Получение информации о качестве воды в устьевом участке загрязненного притока
23	р. Уда г. Улан-Удэ 17043	1. 1 км выше города, 7,9 км выше ГП 2. в черте города, 3,6 км ниже ГП	3	1965	0,8 0,8	515010734 515010735	13,0 1,5	Получение информации о качестве воды реки в районе организованного сброса сточных вод промышленных предприятий
24	р. Она с. Нижняя Майла 17052	в черте села, гидроствор	4	1988	0,8	523011000	66,0	Получение информации о качестве воды реки средней категории
25	р. Курба с. Новая Курба 17046	3 км выше села, гидроствор	4	1964	0,1	520010830	4,7	Получение информации о качестве воды реки средней категории в замыкающем створе
26	р. Брянка ст. Заиграево 17047	0,2 км выше стан- ции, гидроствор	4	1986	0,5	515010811	37,1	Получение информации о качестве воды реки средней категории

- в пунктах опорных для определения содержания ХОП в воде (р. Селенга п. Наушки, р. Чикой, с. Чикой).

Пунктам наблюдений присвоены категории: два пункта относятся к категории 2, девять - к категории 3 и пятнадцать - к категории 4 (см. таблицу 1).

Согласно требованиям [2] в соответствии с установленными категориями наблюдения в пунктах должны проводиться по определенным видам программ с соблюдением сроков отбора проб воды. Виды программ наблюдений представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Виды программ наблюдений по гидрохимическим показателям и периодичность их проведения

Периодичность проведения наблюдений	Вид программы наблюдений для пункта категории			
	1	2	3	4
Ежедневно	Сокращенная программа № 1 (СП № 1)	Визуальные наблюдения	—	—
Ежедекадно	Сокращенная программа № 2 (СП № 2)	Сокращенная программа № 1 (СП № 1)	—	—
Ежемесячно	Сокращенная программа № 3 (СП № 3)			—
В основные фазы водного режима	Обязательная программа (ОП)			

В ряде пунктов наблюдений требование по периодичности отбора нарушается либо по климатическим условиям (например, перемерзание рек на перекатах), либо с отсутствием средств на приобретение или аренду плавсредств и горюче-смазочных материалов, а также с удаленностью некоторых пунктов от лабораторий, отсутствием специалистов-химиков и наблюдателей на постах и т.д.). Например, в пунктах категории 3 р. Селенга (с. Мурзино), р. Чикой (п. Чикой и с. Поворот) не проводятся ежемесячные наблюдения в полном объёме в связи с большими транспортными затратами на учащённый отбор проб и пересылку их в лабораторию, но за счёт этого увеличен объём определяемых показателей. По тем же причинам пункты категории 3 р. Баляга (г. Петровск-Забайкальский) и р. Хилок (г. Хилок и з. Хайластуй) фактически работают по категории 4, пункт категории 2 р. Селенга (с. Кабанск) работает по категории 3 в связи с недостаточным количеством химиков-аналитиков в Улан-Удэнской ЛМЗВ. Программы наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в пунктах ГСН на р.Селенга и её притоках приведены в таблице 3.

Кроме перечисленных в таблице загрязняющих веществ во всех пунктах определяются обязательные показатели: температура воды, водородный показатель, взвешенные вещества, цветность, прозрачность, запах, растворённый в воде кислород, диоксид углерода, кремний, ионы кальция, сульфатные, хлоридные, гидрокарбонатные ионы, жёсткость. Расчётом определяются: процент насыщения воды кислородом, сумма ионов, сумма ионов натрия и калия, сумма азота минерального, концентрация ионов магния. Во всех пунктах проводятся визуальные наблюдения.

Таблица 3 - Программа наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в пунктах ГСН на р. Селенга и её притоках на 2012 г.

№ п/п	Пункт наблюдений	Номер створа	Вертикаль	Категория пункта	Вид программы наблюдений, периодичность отбора проб	Определяемые загрязняющие вещества																				
						ХПК, БПК ₅	NH ₄ , NO ₂ , NO ₃	Фосфаты, фосфор общий	Полифосфаты	Фосфор органический	Фенолы летучие	Нефтепродукты	Смолы и асфальтены	АСПАВ	Железо общее	Медь, цинк, кадмий, свинец	Хром общий	Хром шестивалентный	Марганец, никель	Ртуть	Алюминий	Ванадий, кобальт	Жиры	Фториды	Сероводород	α, γ-ГХЦГ, ДДТ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	р. Селенга п. Наушки	1	0,5	3	СП №3 : 9 раз ОП : 7 раз	9	7	7	7	-	9	9	9	7	7	9	-	-	-	9	-	-	-	9	-	6
2	р. Селенга п. Новоселенгинск	1	0,1	3	СП №3 : 9 раз ОП : 7 раз	9	7	7	-	-	9	9	-	7	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	р. Селенга г. Улан-Удэ	1	0,5	2	СП №1 : 36 раз СП №3 : 12 раз ОП : 7 раз	36	7	7	-	-	36	36	12	12	7	12	-	7	7	7	7	-	12	7	-	-
		2	0,5		то же	36	7	7	-	-	36	36	12	12	7	12	-	7	7	7	7	-	12	7	-	-
		3	0,5		СП №3 : 12 раз ОП : 7 раз	12	7	7	-	-	12	12	12	12	7	12	-	7	7	7	7	-	12	7	-	-
4	р. Селенга с. Кабанск	1	0,5	2	СП №3 : 12 раз ОП : 7 раз	12	12	7	-	-	12	12	12	7	7	12	-	-	-	-	-	-	12	-	12	-
		2	0,5		СП №3 : 8 раз ОП : 5 раз	8	8	5	-	-	8	8	8	5	5	8	-	-	-	-	-	-	8	-	8	-
		3	0,5		СП №3 : 12 раз ОП : 7 раз	12	12	7	7	7	12	12	12	7	7	12	-	-	-	-	-	-	-	12	-	12
5	р. Селенга с. Мурзино	1	0,3	3	СП №3 : 9 раз ОП: 7 раз	9	9	9	-	-	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	р. Джида с. Хамней	1	0,5	4	ОП : 5 раз	5	5	5	-	-	5	5	-	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	р. Джида ст. Джида	1	0,1	4	ОП : 5 раз	5	5	5	-	-	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
8	р. Модон-куль г. Закаменск	1 2	0,5 0,5	4	ОП : 5 раз	5 5	5 5	5 5	- -	- -	5 5	5 5	- -	5 5	5 5	5 5	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	5 5	- -	- -
9	р. Темник улус. Улан-Удунга	1	0,1	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	р. Чикой с. Гремячка	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	4	-	4	-	-	4	-	-	-	3
11	р. Чикой п. Чикой	1	0,1	3	СП №3 : 8 раз ОП : 7 раз	8	8	8	-	-	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12	р. Чикой с. Поворот	1	0,5	3	СП №3 : 8 раз ОП : 7 раз	8	8	8	-	-	8	8	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	р. Аса с. Аца	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	4	-	4	-	-	4	-	-	-	-
14	р. Менза с. Укыр	1	0,5	4	ОП : 5 раз	5	5	5	-	-	5	5	5	5	5	5	5	-	5	-	-	5	-	-	-	3
15	р. Киран с. Киран	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
16	р. Хилок г. Хилок	1 2	0,5 0,5	3	ОП : 5 раз То же	5 5	5 5	5 5	- -	- -	5 5	5 5	- -	5 5	5 5	5 5	5 5	- -	5 5	- -	- -	5 5	- -	- -	- -	4 -
17	р. Хилок с. Малета	1	0,5	4	ОП : 5 раз	5	5	5	-	-	5	5	-	5	5	5	5	-	5	-	-	5	-	-	-	-
18	р. Хилок з. Хайла-стуй	1	0,5	3	ОП: 7 раз	7	7	7	-	-	7	7	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	р. Блудная с. Энгорок	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	4	-	4	-	-	4	-	-	-	-
20	р. Баляга г. Петровск-Забайкальский	1 2	0,5 0,5	3	ОП : 5 раз	5 5	5 5	5 5	- -	- -	5 5	5 5	- -	5 5	5 5	5 5	5 5	- -	5 5	- -	- -	5 5	- -	- -	- -	- -

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
21	р. Унго с. Усть-Унго	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	4	-	4	-	-	4	-	-	-	3
22	р. Куйтунка с. Тарбагатай	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	р. Уда г. Улан-Удэ	1	0,8	3	СП №3 : 12 раз ОП : 7 раз То же	12	7	7	-	-	12	12	12	7	7	12	-	7	7	-	7	-	12	7	-	-
		2	0,8			12	7	7	-	-	12	12	12	7	7	12	-	7	7	-	7	-	12	7	-	-
24	р. Она с. Нижняя Майла	1	0,8	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	р. Курба с. Новая Курба	1	0,1	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	р. Брянка ст. Заиграево	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	-	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Кроме того, в пунктах на р. Селенга (г. Улан-Удэ и с. Кабанск) измеряется удельная электрическая проводимость.

Количество определяемых показателей в пунктах наблюдений колеблется от 34 (в пунктах на реках Джиды, Темник, Куйтунка, Она, Курба и др.) до 43 в пунктах в районе г. Улан-Удэ и в третьем створе с. Кабанск на р. Селенга, с. Поворот на р. Чикой и с. Менза на р. Менза.

Из 26-ти пунктов наблюдений только в 6 присутствуют организованные сбросы сточных вод (см. таблицу 1). Основными источниками загрязнения в этих пунктах являются предприятия жилищно-коммунального хозяйства, а также судоходство (р. Селенга, г. Улан-Удэ), шахтные и дренажные воды недействующего Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (р. Модонкуль г. Закаменск), ТЭЦ и авиационный завод (р. Уда, г. Улан-Удэ). В остальных пунктах без организованного сброса сточных вод основными источниками загрязнения являются неорганизованные сбросы и поверхностный сток с прилегающих территорий. За последние 10 лет случаев ВЗ и ЭВЗ на участках наблюдений не отмечалось.

2 Анализ состояния сети пунктов наблюдений за загрязнением трансграничных поверхностных вод суши на участках рек бассейна р. Селенга

Наблюдения за загрязнением трансграничных поверхностных вод суши (ТПВС) бассейна р. Селенга на границе с Монголией проводятся в 4-х пограничных пунктах режимных наблюдений ГНС Росгидромета. Пункты расположены на р. Селенга, её притоке 1-го порядка р. Чикой и его притоках - рр. Менза и Киран (см. рисунок 1). Характеристика пунктов наблюдений приведена в таблице 4.

Р. Селенга берёт начало в Монголии и далее на протяжении 409 км протекает по территории Забайкальского края и Бурятии. Площадь водосбора реки на территории России составляет 148,06 тыс. км².

Створ пункта наблюдений расположен в районе посёлка Наушки на расстоянии 402 км от устья, в 0,1 км от границы в створе ГП-I Наушки. Обеспечен гидрологической информацией о ежедневных расходах воды.

Р. Чикой, правобережный крупный приток Селенги, протекает по территории Забайкальского края и Бурятии, на протяжении ~ 90 км течёт вдоль или по границе с Монголией. Длина реки составляет 769 км, площадь бассейна 46,2 тыс. км².

Створ пункта наблюдений расположен в районе села Чикой в 130 км от устья в створе ГП-II Чикойский кожевенный завод. Ежедневными измерениями расходов воды не обеспечен.

Таблица 4 - Пункты наблюдений Росгидромета за загрязнением трансграничных поверхностных вод бассейна р. Селенга

Пункт наблюдений	Створ	Расположение вертикали, доли ширины реки от левого берега	Координатный номер вертикали	Расположение горизонта, м от поверхности	Категория пункта	Год открытия	Расстояние от створа до границы, км	Расстояние от гидропоста, км
р. Селенга п. Наушки	1,5 км к ЗЮЗ от п. Наушки	0,5	502010600	0,2-0,5	3	1970	0,1	в створе ГП-I Наушки
р. Чикой с. Чикой	2 км к В от с. Чикой	0,1	501010650	0,2-0,5	3	1968	3,0 по прямой до границы	в створе ГП-II Чикойский кожевенный завод
р. Менза с. Укыр	0,4 км выше с. Укыр	0,5	492010850	0,2-0,5	4	1986	30,0	в створе ГП-II Укыр
р. Киран с. Киран	0,2 км выше с. Киран	0,5	520010641	0,2-0,5	4	1964	3,0	17,5 км выше ГП-I Усть-Киран

Р. Менза, левобережный приток Чикоя, берёт начало в Монголии и далее протекает по территории Забайкальского края. Длина реки составляет около 337 км, из них ~ 212 км находится в России. Общая площадь водосбора насчитывает 13,8 тыс. км².

Створ пункта наблюдений расположен в районе с.Укыр в 182 км от устья в створе ГП-II Укыр. Ежедневными измерениями расходов воды не обеспечен.

Р. Киран, левобережный приток Чикоя, также берёт начало в Монголии и далее протекает по территории Бурятии. Длина реки составляет примерно 75 км, а участка реки на территории России - 23 км, площадь водосбора на территории России около 1130 км².

Створ пункта наблюдений находится в районе с. Киран в 20 км от устья. Обеспечен ежедневными расходами воды по ГП-I Усть-Киран, расположенному в 17,5 км ниже створа.

Организованные сбросы сточных вод в пунктах наблюдений отсутствуют.

Программа наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в трансграничных пунктах бассейна р. Селенга представлена в таблице 5.

Кроме перечисленных в таблице загрязняющих веществ во всех пунктах определяются обязательные показатели: температура воды, водородный показатель, взвешенные вещества, цветность, прозрачность, запах, растворённый в воде кислород, диоксид углерода, кремний, ионы кальция, сульфатные, хлоридные, гидрокарбонатные ионы, жёсткость.

Таблица 5 - Программа наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в трансграничных пунктах бассейна р. Селенга

№№ п/п	Пункт наблode- ний	Номер створа	Вертикаль	Категория пункта	Вид програм- мы наблюде- ний, периодич- ность отбора проб	Определяемые загрязняющие вещества																					
						ХПК, БПК ₅	NH ₄ , NO ₂ , NO ₃	Фосфаты, фосфор общий	Полифосфаты	Фосфор органиче- ский	Фенолы летучие	Нефтепродукты	Смолы иасфальтены	АСПАВ	Железо общее	Медь, цинк, кадмий, свинец	Хром общий	Хром шестива- лентный	Марганец, никель	Ртуть	Алюминий	Ванадий, кобальт	Жиры	Фториды	Сероводород	α, γ-ГХЦГ, ДДТ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	р. Селен- га п. Науш- ки	1	0,5	3	СП №3 : 9 раз ОП : 7 раз	9	7	7	7	-	9	9	9	7	7	9	-	-	-	9	-	-	-	-	9	-	6
2	р. Чикой п. Чикой	1	0,1	3	СП №3 : 8 раз ОП : 7 раз	8	8	8	-	-	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
3	р. Менза с. Укыр	1	0,5	4	ОП : 5 раз	5	5	5	-	-	5	5	5	5	5	5	5	-	5	-	-	5	-	-	-	14	
4	р. Киран с. Киран	1	0,5	4	ОП : 4 раза	4	4	4	-	-	4	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	

Расчётом определяются: процент насыщения воды кислородом, сумма ионов, сумма ионов натрия и калия, сумма азота минерального, концентрация ионов магния. Во всех пунктах проводятся визуальные наблюдения.

Число определяемых показателей составляло в пункте на р. Менза 43, на р. Селенга – 41, на реках Чикой и Киран – по 38.

Отбор проб воды в пунктах на реках Селенга, Чикой и Киран осуществляется гидрологом гидрологической станции II разряда (Г-II) Кяхта, расположенной в г. Кяхта (см. рисунок 1). От города створ наблюдений на Селенге находится на расстоянии 40 км к западу, на Киране и Чикое – соответственно в 20 и 50 км к юго-востоку. Все три пункта расположены в Кяхтинском районе Республики Бурятия.

В пункте на р. Менза отбор проб проводится техником объединённой гидрометеорологической станции (ОГМС) Красный Чикой, расположенной в с. Красный Чикой Забайкальского края. Створ пункта наблюдений находится в 200 км в южном направлении от села. Поездка в обе стороны занимает два дня.

Пункты наблюдений на реках Селенга и Чикой относятся к категории 3. В связи с большими затратами на проведение ежемесячных отборов проб, что согласно РД 52.24-309-2011 предусмотрено для пунктов категории 3, и пересылку их в лабораторию отбор проб в пункте на Селенге осуществляется 9 раз в год вместо 12.

В пункте на Чикое количество отбираемых проб сокращено до 8 в год вместо 12, при этом до 8 раз в год увеличена периодичность наблюдений за всеми показателями качества воды (таблица 5). Нарушений в сроках отбора проб (7 раз в год) в основные гидрологические фазы (ОГФ) в пунктах не наблюдалось.

Следует отметить, что в пунктах категории 4 на рр. Менза и Киран из-за перемерзания рек в зимний период отсутствует гидрологическая фаза «зимняя межень». В связи с особенностями гидрологического режима рек (быстрое прохождение половодья на Мензе и пика половодья на Киране и кратковременные незначительные дождевые паводки на Киране) пробы отбираются в ОГФ на Мензе 5 раз в год (половодье, летняя межень, летний паводок, осенняя межень, перед ледоставом), на Киране 4 раза в год (подъём половодья, спад половодья, летняя межень, перед ледоставом).

На месте отбора проводится анализ 1-го дня и консервация проб на определение нестойких компонентов. Прошедшие необходимую подготовку пробы отправляются из Кяхты на анализы почтовой посылкой в Улан-Удэнскую ЛМЗВ, куда поступают в течение недели. В связи с тем, что с. Красный Чикой расположено в стороне от железной дороги, почтовые посылки поступают в Читинскую ЛМЗВ в течение 10 суток.

За весь последний десятилетний период наблюдений нарушений режима растворённого в воде кислорода и случаев ВЗ и ЭВЗ в пунктах не отмечено.

3 Оценка выноса загрязняющих веществ через замыкающий створ р. Селенга с учетом вклада МНР на российском участке

Раздел отчета посвящен исследованию динамики загрязняющих веществ в воде р. Селенга на её российском участке. Дана сравнительная оценка поступления контролируемых веществ в р. Селенга со стороны сопредельного государства и ее притоков 1-го порядка. Представлены сравнительные данные о средних многолетних поступлениях веществ с водным стоком рек Селенга, Верхняя Ангара Баргузин, Турка, Тья, основных и наиболее изученных притоков оз. Байкал, через их замыкающие створы в 2001-2010 гг.

При подготовке раздела использованы обобщенные материалы наблюдений ГНС, опубликованные в [3-12].

3.1 Минерализация воды и ионный сток р. Селенга в замыкающем створе

3.1.1 Минерализация воды

Исследование режима минерализации и главных ионов в воде рек бассейна р. Селенга, проведенное совместно организациями Гидрометеослужб сопредельных государств на территории МНР и РФ в 1950-1973 гг., представлено в монографии [13].

Районирование поверхностных вод РФ показало, что величина минерализации воды рек бассейна р. Селенга находится в пределах 50-200 мг/л в период наибольших расходов воды рек (половодья, паводки) и 100-300 мг/л при наименьших расходах (межени) [14].

Для приустьевого участка р. Селенга (пункты с. Кабанск, с. Мурзино) по данным, представленным в [2], отмечены пределы изменения минерализации воды от 80,8 мг/л (весеннее половодье) до 237 мг/л (зимняя межень). Содержание главных ионов (в % экв) находилось в пределах: от 39,4 до 46,6 (гидрокарбонаты), от 5,2 до 8,2 (сульфаты), от 1,2 до 4,0 (хлориды), от 29,7 до 39,0 (ионы кальция), от 7,5 до 18,7 (ионы магния), от 5,7 до 7,1 (ионы натрия и калия в сумме).

Результаты наблюдений за главными ионами и минерализацией воды р. Селенга в замыкающем створе, проведенные Росгидрометом в первом десятилетии XXI века, сопоставимы с данными, полученными ранее - во второй половине XX века.

За период 2001-2010 гг. средняя минерализация, взвешенная по водному стоку в замыкающем створе р. Селенга – с. Кабанск, была равна 139,5 мг/л, относительное содержание главных ионов (в % экв) составляло - 40,9 (гидрокарбонаты), 7,3 (сульфаты), 1,8 (хлориды), 31,5 (ионы кальция), 11,6 (ионы магния), 6,8 (ионы натрия и калия в сумме).

3.1.2 Ионный сток

Ионный сток оценивали методом [15], широко применяемым при обработке массивов режимной гидрохимической информации ГНС по формуле

$$G = \sum_{i=1}^n W_i \bar{c}_i \quad (1)$$

где G – количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т (тонн);

n – число расчетных периодов;

W_i – объем стока воды за i -й расчетный период, км³

\bar{c}_i – средневзвешенная концентрация вещества за i -й расчетный период, мг/л (мкг/л).

Тот же метод расчета был использован при количественной оценке стока других контролируемых веществ.

С начала восьмидесятых годов XX века в динамике водного стока р. Селенга отмечена тенденция снижения водности реки, особенно заметная в 2001-2011 гг. (рисунок 2). Максимальные отметки водности р. Селенга достигали 42,2 км³ в 1985 г., 40,0 км³ – в 1993 и 1994 годах, минимальная, равная 16,8 км³, была в 1980 г. За период наблюдений 2001-2011 гг. повышенная всего до 26,2 км³ водность была отмечена в 2001 г., минимальную – 15,8 км³ наблюдали в 2007 г.



Рисунок 2 – Динамика водного стока р. Селенга в замыкающем створе с. Кабанск (1979-2011 гг.)

Средний многолетний водный сток р. Селенга снизился от 30,0 км³ (1979-2000 гг.) до 20,8 км³ (2001-2010 гг.) на 30,7 %.

В условиях пониженной водности реки ионный сток в замыкающем створе находился в пределах 2,2-3,8 млн. т. Максимальная величина стока отмечена в 2001 г. при наибольшей водности,

минимальная – в 2007 г. при самом низком за период наблюдений водном стоке. За период 2001-2010 гг. среднегодовой ионный сток в замыкающем створе р. Селенга оценен в 2,9 млн. т, что в 1,4 раза (на 31 %) ниже по сравнению с ретроспективной величиной – 4,2 млн. т, полученной для более многоводных лет [13].

3.1.3 Сток фторидов

Фтор, являясь химическим элементом анионной группы, распространен в поверхностном слое земной коры в виде нерастворимых солей и наиболее часто присутствует в горных породах в виде флюорита, или плавикового шпата (CaF_2). Месторождения флюорита на территории РФ распространены и в Забайкалье. Средний показатель стока фтора с территории бассейна р. Селенга находится в пределах 20-30 кг (10^{-3} т) на км^2 в год [14].

Содержание фторидов в воде р. Селенга контролировали в пунктах ГНС – п. Наушки (пограничных створ) и 3 створах пункта г. Улан-Удэ, наблюдения в которых были начаты с 2003 г. Предельные и средневзвешенные концентрации фторидов в воде реки на контролируемом участке представлены в таблице 6.

Годовые поступления фторидов с водным стоком р. Селенга оценивались по средневзвешенным концентрациям в створе у разъезда Мостовой ввиду отсутствия наблюдений за этим ингредиентом во втором замыкающем створе р. Селенга – с. Кабанск. Идентичность оценок водного стока, полученных в двух указанных створах, принимается и другими исследователями [13, 16].

Динамика поступления фторидов с водным стоком р. Селенга через замыкающий створ за период наблюдений 2003-2011 гг. представлена на рисунке 2. Годовой сток фторидов находился в пределах 5,6-20,0 тыс. т, среднее многолетнее поступление было равно 11,1 тыс. т. Отмечена тенденция увеличения стока ввиду повышения уровня содержания фторидов в речной воде – средневзвешенная концентрация повысилась до 0,64 мг/л (второе пятилетие) от 0,38 мг/л (первое) почти в два раза.

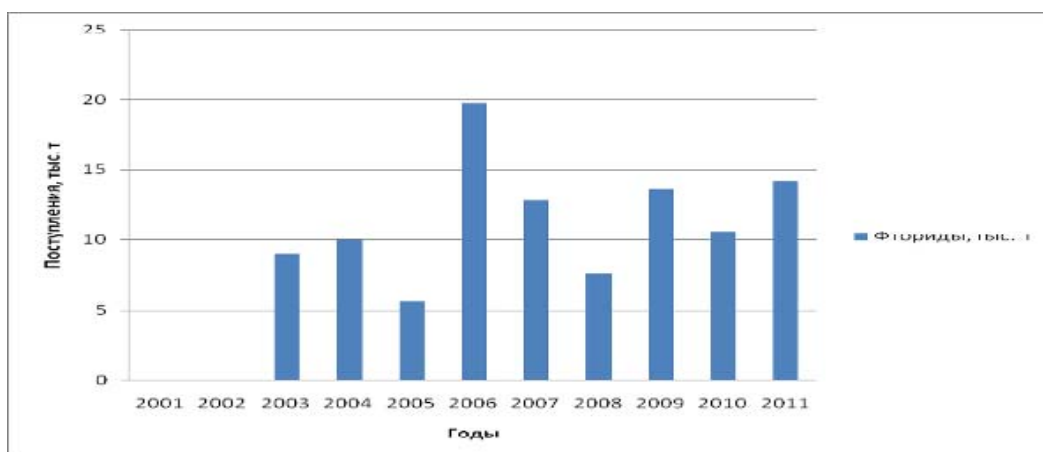


Рисунок 3 – Поступление фторидов с водным стоком р. Селенга в 2003-2011 гг.

Таблица 6 – Частоты превышения ПДК и динамика концентраций фторидов в воде р. Селенга в 2001 – 2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота обнаружения фторидов, %	Концентрации, мг/л										
			пре-дельные	Средневзвешенные по годам наблюдений									
				2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	90	37,0	0,21 1,48	0,39	0,45	0,58	0,59	0,60	1,04	0,71	0,90	0,67	0,86
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	59	22,0	0,14 1,25	н	н	0,39	0,45	0,33	0,88	0,80	0,42	0,64	0,55
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	59	22,0	0,13 1,36	н	н	0,39	0,46	0,34	0,90	0,81	0,43	0,69	0,53
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	58	17,2	0,13 1,37	н	н	0,39	0,50	0,28	0,83	0,89	0,40	0,66	0,52
Примечание - «н» – нет наблюдений													

По условиям присутствия фтора в составе микроэлементов в природных средах некоторым аналогом бассейну р. Селенга является бассейн крупнейшей сибирской реки Обь, относящийся также к Карскому гидрографическому району. Средний многолетний сток фтора с территории бассейна р. Обь оценен в 74,6 тыс. т [17], что в 6,7 раза выше величины поступления этого химического элемента с водным стоком р. Селенга.

Соотношение величин водного стока р. Обь за период 1976-1980 гг. и р. Селенга за период 2003-2011 гг. составляет в км³ – 439:20,5 (21:1). Соотношение средневзвешенных концентраций соответствует 1:3,2 – 0,17 мг/л (р. Обь) и 0,54 мг/л (р. Селенга).

Сравнение показывает, что в стоке фторидов с территории бассейна р. Селенга приоритетное значение имеет уровень концентраций, а р. Обь – величина водного стока.

По среднегодовой оценке 2003-2011 гг., показатель стока фторидов с территории бассейна р. Селенга соответствовал для современного периода 25 кг (10⁻³т) на км² в год, что сопоставимо с ретроспективными данными [14].

3.2 Режим нормируемых и специфических веществ в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Гидрохимические наблюдения ежегодно проводятся в 9 створах, расположенных по российскому участку реки от границы с МНР до Селенгинской дельты включительно.

3.2.1 Водородный показатель, растворенный кислород, взвешенные и трудноокисляемые органические вещества

3.2.1.1 Водородный показатель

Водородный показатель (рН) за десятилетний период наблюдений был измерен в 1703 пробах воды и находился в интервале 6,58-8,79 (таблица 7).

По градациям, предложенным в монографии [18], в пограничном створе вода реки характеризовалась как «слабо кислая – щелочная». Ниже пограничного створа вода по минимальным величинам рН варьировала от «слабо кислой» до «нейтральной», по максимальным величинам переходила в «щелочную». В створе, расположенном в дельте (с. Мурзино), величина рН находилась в интервале 7,40-8,21, вода сохраняла слабощелочную реакцию в течение всего периода наблюдений 2001-2010 гг.

3.2.1.2 Растворенный кислород

Растворенный в воде кислород измерен в 1703 пробах. Концентрации растворенного в воде кислорода находились в пределах 5,34-8,72 мг/л для минимальных значений (таблица 8) и 10,6-15,1 мг/л для максимальных значений (таблица 9). Нарушения нормы содержания растворенного в воде реки кислорода не наблюдали. В пункте г. Улан-Удэ (3 створа) по сравнению с первым пятилетием во втором улучшился режим растворенного в воде кислорода в холодный период.

Таблица 7 – Диапазоны водородного показателя, концентраций растворенного кислорода, взвешенных веществ и величины ХПК в воде р. Селенга в 2001 – 2010 гг.

Расположение створа	Водородный показатель		Растворенный в воде кислород				Взвешенные вещества		ХПК	
	ед рН		% насыщения		мг/л		мг/л		мг/л	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	6,70	8,73	69	138	6,02	14,6	0,40	351	4,70	41,4
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	6,90	8,54	49	121	6,72	13,1	0,40	284	4,20	30,9
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	6,58	8,79	38	122	5,34	14,5	0,40	149	4,30	47,9
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	6,90	8,54	32	122	5,51	14,4	0,40	369	4,20	34,5
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ	6,92	8,60	40	125	5,48	15,1	0,40	103	4,90	40,0
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	7,20	8,68	48	117	6,71	12,9	0,60	400	4,10	51,7
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км ниже впадения р. Вилюйка	6,80	8,57	48	122	6,63	13,4	1,00	318	5,20	36,3
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	6,95	8,67	45	111	6,28	13,3	0,60	235	4,90	47,3
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	7,40	8,21	49	111	6,77	12,8	0,80	237	5,00	42,9

Таблица 8 – Динамика минимальных концентраций растворенного кислорода в воде р. Селенга в 2001 – 2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Минимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к 3-ЮЗ от поселка (пограничный)	90	6,83	7,25	8,05	8,41	7,07	8,72	9,34	6,95	7,43	6,02
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	90	7,33	6,83	7,32	7,82	6,82	6,72	7,00	6,91	7,67	7,18
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	359	5,34	6,92	5,76	6,27	5,31	5,79	6,85	6,90	5,80	5,92
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	357	5,79	6,40	5,47	6,73	5,28	6,73	7,62	5,51	6,81	5,96
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	120	5,48	7,92	6,26	7,39	6,45	6,69	6,77	6,29	7,13	7,01
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	119	6,76	7,52	8,21	7,33	7,54	7,58	7,44	7,30	6,71	6,84
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км ниже впадения р. Вилюйка	119	6,63	7,84	8,00	7,32	7,71	7,34	7,21	7,03	7,05	7,34
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	359	6,69	8,07	7,98	7,43	6,67	7,57	7,17	6,73	7,11	6,28
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	6,77	7,82	8,14	7,39	7,30	7,99	7,30	7,17	7,74	7,50

Таблица 9 – Динамика максимальных концентраций растворенного кислорода в воде р. Селенга в 2001 – 2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Максимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	90	12,5	12,5	13,6	13,0	14,6	12,8	13,0	12,5	11,6	12,3
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	90	12,3	11,4	12,4	11,2	11,4	11,7	11,6	10,6	10,9	13,1
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	359	13,7	13,5	13,8	12,2	12,5	14,3	14,5	13,6	13,1	12,9
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	357	13,4	13,7	13,5	12,8	12,7	13,4	14,4	13,6	13,0	12,9
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	120	13,3	15,1	12,4	13,0	12,6	14,1	14,4	13,6	13,2	13,2
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	119	12,9	12,3	12,5	12,8	12,7	12,0	12,8	12,0	12,2	12,0
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км ниже впадения р. Вилюйка	119	12,8	12,6	12,6	12,6	11,9	11,9	12,9	12,1	12,3	13,4
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	359	13,1	13,3	13,0	13,0	12,7	12,4	13,2	12,2	13,2	13,0
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	12,2	12,8	11,8	12,4	11,5	11,6	11,2	11,8	12,0	11,9

Минимальные концентрации повысились от 5,31 -6,73 мг/л (2001-2005 гг.) до 5,51-7,63 мг/л (2006-2010 гг.), относительное содержание – от 32-40 % до 32-45 % в пробах, отобранных в январе-марте. В замыкающем створе, расположенном в 43 км от устья (0,5 км ниже с. Кабанск), и в створе с. Мурзино наблюдали некоторое снижение минимальных концентраций растворенного в воде кислорода от 6,67-8,07 мг/л (2001-2005 гг.) до 6,28-7,99 мг/л (2006-2010 гг.). Максимальные концентрации находились в близких интервалах, варьируя на этом участке реки от 11,2 мг/л до 13,3 мг/л с 2001 по 2010 год.

3.2.1.3 Взвешенные вещества

Взвешенные вещества определены в 1464 пробах воды. Концентрация взвесей в речной воде изменялась в очень широких пределах: минимальные значения составляли 0,40-14,0 мг/л, максимальные – 23,4-400 мг/л. Самую высокую концентрацию - 879 мг/л наблюдали в пробе, отобранной в 2 км выше г. Улан-Удэ 27 апреля 2001 г. в период весеннего половодья. За весь десятилетний период наблюдений в апреле 2001 г. в воде реки по российскому участку был отмечен самый высокий уровень содержания взвешенных веществ. По створам, расположенным от г. Улан-Удэ до замыкающего включительно максимальная концентрация взвесей снижалась от 879 мг/л до 192 мг/л, в дельте достигала 237 мг/л.

За весь период наблюдений наиболее высокий уровень средневзвешенных концентраций взвесей – 22,0-147 мг/л был отмечен в пограничном створе, повышенные значения составляли 93,4 мг/л (2001 г.) и 147 мг/л (2006 г.). Средневзвешенные концентрации взвесей в замыкающем створе находились в пределах 15,8-49,4 мг/л, повышенные значения составляли 49,4 мг/л (2001 г.) и 44,3 мг/л (2006 г.) о чем свидетельствуют данные таблицы 10.

3.2.1.4 ХПК

Величина ХПК характеризует содержание трудноокисляемых органических веществ в поверхностных водах суши. В водотоках бассейна р. Селенга по результатам районирования поверхностных вод РФ на основании среднемноголетних характеристик по данным [14], ХПК изменяется от 5-10 мг/л в период зимней межени до 10-20 мг/л в половодье. По результатам наблюдений 1955-1973 гг., обобщенным в монографии [13], ХПК в воде р. Селенга изменяется от 6 до 70 мг/л, составляя в подавляющем числе случаев 20-40 мг/л.

В 2001—2010 гг. величина ХПК, определенная в 1464 пробах воды р. Селенга, изменялась в пределах 4,10-51,7 мг/л (см. таблицу 7). Минимальные значения 4,10-14,0 мг/л наблюдали в холодные периоды (ноябрь, декабрь, январь-март), Повышенные до 40 мг/л значения чаще всего - в периоды весенних половодий (апрель-май) и паводков (июнь). В мае 2005 и 2010 годов, на пиках весенних половодий, отмечены максимальные значения ХПК, достигающие, соответственно, 28,2-47,9 мг/л и 33,0-51,7 мг/л. Средневзвешенные величины ХПК в замыкающем створе находились в интервале от 12,5 до 17,9 мг/л, в створе с. Мурзино (дельта) изменялись от 11,1 до 21,2 мг/л.

Таблица 10 – Динамика средневзвешенных концентраций контролируемых веществ в створах р. Селенга в 2001-2005 гг. (числитель) и 2006-2010 гг. (знаменатель)

Расположение створа	Взвешенные вещества		ХПК, мг/л		БПК ₅ , мг/л		Нефтепродукты, мг/л		(Смолы+асфальтены), мг/л		Летучие фенолы, мкг/л		СПАВ, мг/л	
	мин.	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс	мин	макс
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	<u>23,9</u>	<u>93,4</u>	<u>12,1</u>	<u>14,7</u>	<u>1,02</u>	<u>1,36</u>	<u>0,020</u>	<u>0,060</u>	<u>0,002</u>	<u>0,009</u>	<u>0,8</u>	<u>1,9</u>	<u>0,003</u>	<u>0,015</u>
	22,2	147	13,7	20,4	1,09	1,30	0,023	0,050	0,002	0,009	0,7	1,2	0,007	0,028
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	<u>28,0</u>	<u>100</u>	<u>12,9</u>	<u>19,1</u>	<u>1,49</u>	<u>2,48</u>	<u>0,010</u>	<u>0,023</u>	<u>0,001</u>	<u>0,004</u>	<u>1,0</u>	<u>2,5</u>	<u>0,005</u>	<u>0,015</u>
	20,0	54,3	11,3	19,0	1,27	1,84	0,017	0,050	н	н	0,1	1,2	0,005	0,015
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	<u>13,4</u>	<u>35,0</u>	<u>11,1</u>	<u>17,3</u>	<u>1,50</u>	<u>1,98</u>	<u>0,010</u>	<u>0,050</u>	<u>0,002</u>	<u>0,006</u>	<u>0,3</u>	<u>2,0</u>	<u>0,002</u>	<u>0,013</u>
	15,5	45,0	12,8	20,2	1,28	1,58	0,010	0,031	0,003	0,009	0,5	1,4	0,006	0,012
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	<u>21,0</u>	<u>53,0</u>	<u>13,9</u>	<u>21,9</u>	<u>1,63</u>	<u>1,98</u>	<u>0,007</u>	<u>0,050</u>	<u>0,001</u>	<u>0,006</u>	<u>0,8</u>	<u>3,0</u>	<u>0,001</u>	<u>0,015</u>
	13,9	70,1	14,9	16,7	1,32	1,73	0,008	0,042	0,004	0,011	0,4	1,4	0,007	0,011
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ	<u>11,3</u>	<u>22,6</u>	<u>14,0</u>	<u>21,2</u>	<u>1,44</u>	<u>1,94</u>	<u>0,017</u>	<u>0,040</u>	<u>0,003</u>	<u>0,008</u>	<u>0,4</u>	<u>3,0</u>	<u>0,006</u>	<u>0,014</u>
	15,0	39,7	13,0	18,2	1,33	1,94	0,007	0,036	0,004	0,010	0,1	2,0	0,006	0,016
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	<u>18,0</u>	<u>57,0</u>	<u>13,8</u>	<u>19,5</u>	<u>1,47</u>	<u>1,77</u>	<u>0,014</u>	<u>0,031</u>	<u>0,002</u>	<u>0,008</u>	<u>0,8</u>	<u>2,2</u>	<u>0,007</u>	<u>0,017</u>
	15,3	40,6	10,9	24,3	1,48	1,66	0,017	0,034	0,002	0,013	0,1	1,3	0,007	0,021
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км ниже впадения р. Вилюйка	<u>14,5</u>	<u>49,0</u>	<u>14,4</u>	<u>21,7</u>	<u>1,44</u>	<u>1,70</u>	<u>0,018</u>	<u>0,040</u>	<u>0,002</u>	<u>0,007</u>	<u>0,5</u>	<u>3,2</u>	<u>0,005</u>	<u>0,014</u>
	19,1	40,6	11,5	21,3	1,44	2,03	0,017	0,039	0,002	0,011	0,2	1,3	0,006	0,014
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	<u>15,8</u>	<u>49,4</u>	<u>12,5</u>	<u>17,9</u>	<u>1,52</u>	<u>1,92</u>	<u>0,016</u>	<u>0,030</u>	<u>0,002</u>	<u>0,006</u>	<u>0,9</u>	<u>2,5</u>	<u>0,007</u>	<u>0,028</u>
	17,7	44,3	13,6	17,6	1,37	1,85	0,021	0,032	0,003	0,009	0,2	1,2	0,007	0,019
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	<u>14,2</u>	<u>67,7</u>	<u>13,8</u>	<u>19,5</u>	<u>1,58</u>	<u>1,81</u>	<u>0,008</u>	<u>0,050</u>	<u>0,002</u>	<u>0,010</u>	<u>1,0</u>	<u>1,9</u>	<u>0,005</u>	<u>0,022</u>
	19,5	42,6	10,9	24,3	1,56	1,92	0,022	0,060	0,003	0,008	0,2	1,4	0,005	0,016

Примечание - «н» – нет наблюдений

3.2.2 Нормируемые и специфические органические вещества

За весь период десятилетних наблюдений было выполнено 5460 аналитических определений, характеризующих содержание в воде р. Селенга экологически опасных загрязняющих веществ. В их числе было выполнено 1460 определений летучих фенолов, 1465 – нефтепродуктов, 1020 – смол и асфальтенов, 806 – СПАВ, 709 – жиров. Величина БПК₅ воды, характеризующая загрязненность природных вод легкоокисляемыми органическими веществами (ЛОВ), была определена в 1465 пробах.

При оценке состояния речной воды использованы предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для объектов рыбохозяйственного, питьевого и культурно-бытового водопользования [19].

3.2.2.1 БПК₅

Величина БПК₅ по всему российскому участку реки изменялась для минимальных значений в пределах 0,50-1,45 мг/л, максимальных – 1,64-4,66 мг/л. Частоты превышения ПДК и динамика максимальных величин показателя за десятилетний период представлены в таблице 11.

В пограничном створе в 2001-2010 гг. величину БПК₅ воды, равную 2,99 мг/л, наблюдали всего в одной пробе, отобранной в июле 2002 г.

В 1037 пробах (из 1374, отобранных ниже пограничного створа) значение показателя изменялось от 0,50 до 1,99 мг/л. Величина БПК₅ воды, равная 2,00 мг/л, была отмечена в 5 пробах (0,3 % случаев наблюдений), в 332 пробах (22,7 % случаев) превышала ПДК содержания ЛОВ в поверхностных водах суши.

В сезонном распределении превышающих ПДК величин БПК₅ воды наблюдали два основных пика – при прохождении по руслу реки вод весеннего половодья после схода снежно-ледового покрова (апрель, реже май) и в осенне-зимний период года (октябрь, ноябрь, январь-март).

В десятилетнем ряду наблюдений на участке реки от с. Новоселенгинск до разъезда Мостовой (127 км от устья) в апреле максимальные величины БПК₅ воды находились в интервале 3,23-4,66 мг/л (2001-2005 гг.) и 2,07-3,70 мг/л (2006-2010 гг.). В створах пункта с. Кабанск значения показателя, превышающие ПДК в период весеннего половодья, были ниже – 2,27-2,63 мг/л в первом пятилетии и 2,08-3,10 мг/л во втором. В створе с. Мурзино (дельта) составляли, соответственно, 2,42-2,64 мг/л и 2,49-2,59 мг/л.

В осенне-зимний период года в 2 створах, расположенных ниже г. Улан-Удэ (ниже городских очистных сооружений и разъезда Мостовой) уровень максимальных величин БПК₅ воды достигал 3,34-4,28 мг/л в первом пятилетии и 2,16-3,32 мг/л во втором. В пункте с. Кабанск (приустьевой участок реки) превышающие ПДК значения показателя составляли 2,28-2,60 мг/л (первый период), 2,04-2,88 мг/л (второй период), а в дельте находились в интервале 2,06-2,64 мг/л в течение 10 лет.

Таблица 11 – Частоты превышения ПДК и динамика максимальных величин БПК₅ воды р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота превышения ПДК, %	Максимальные значения, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к 3-ЮЗ от поселка (пограничный)	91	1,1	1,58	2,99	1,25	1,65	1,40	1,22	1,76	1,63	1,55	1,47
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	89	27,0	3,23	2,55	3,59	3,67	3,62	1,84	2,90	2,89	2,07	2,36
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	359	22,3	3,85	3,51	3,87	4,37	2,26	2,29	2,07	3,30	2,79	3,08
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	358	24,3	3,44	4,02	3,96	4,66	2,50	2,73	3,32	3,01	2,94	3,70
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	120	25,0	3,26	3,34	4,28	4,36	1,64	3,32	2,16	3,85	2,53	3,46
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	119	23,5	2,32	2,27	2,61	2,26	2,28	2,30	2,50	2,04	2,74	2,63
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	119	25,2	2,40	2,49	2,63	2,44	2,44	2,34	3,58	2,20	2,90	3,10
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	120	25,0	2,60	2,35	2,44	2,33	2,33	2,07	2,88	2,14	2,08	2,78
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	25,5	2,42	2,42	2,61	2,64	2,30	2,31	2,59	2,06	2,49	2,59

В створах наблюдений, расположенных по основному руслу ниже пограничного створа, средневзвешенные величины БПК₅ снизились от 1,44-2,48 мг/л в первом пятилетии до 1,27-1,94 мг/л во втором (см. таблицу 10).

Представленные результаты наблюдений позволяют отметить, что в р. Селенга основная масса легкоокисляемых органических веществ поступает на участке от с. Новоселенгинск до разъезда Мостовой при прохождении по руслу вод половодий и дождевых паводков в теплое время года. В холодное время года уровень превышающих ПДК величин БПК₅ воды несколько ниже по сравнению с теплым периодом и формируется в основном на участках поступления в реку сточных вод г. Улан-Удэ и п. Селенгинск. В 2001-2010 гг. по створам наблюдений отмечена тенденция снижения максимальных величин БПК₅ воды реки и средневзвешенных значений показателя от первого пятилетия ко второму, частота превышения ПДК величины БПК₅ в воде реки снизилась от 27,0 % в первом пятилетии до 18,0 % во втором, что видно из таблицы 12.

3.2.2.2 Летучие фенолы

Частоты превышения ПДК и динамика максимальных концентраций летучих фенолов в воде реки представлены в таблице 13. В десятилетнем ряду наблюдений максимальная частота превышения ПДК фенолов – 38,5 % отмечена в пограничном створе, повышенная - до 31,0 % в створе у разъезда Мостовой. Для российского участка реки наиболее неблагоприятную обстановку по показателю летучие фенолы наблюдали в 2001 г.: частота превышения ПДК достигала 47,0 %, что в 2 раза выше многолетней, максимальные концентрации, отмеченные в мае, достигали 6-11 ПДК. В последующие годы первого пятилетия повышенные до 3-5 ПДК концентрации фенолов наблюдали преимущественно в период летне-осенних дождевых паводков (июнь-август). Во втором пятилетии по сравнению с первым максимальные концентрации снизились до 3-4 ПДК и чаще всего отмечались в июле. В створах, расположенных по всему российскому участку реки, от первого пятилетия ко второму отмечено снижение средневзвешенных концентраций от 0,3-3,2 мкг/л (2001-2005 гг.) до 0,1-2,0 мкг/л (2006-2010 гг.) и частоты превышения ПДК - от 31,0 % до 14,8 % (см. таблицу 7).

3.2.2.3 Нефтепродукты

Нефтепродукты не были обнаружены в 505 пробах речной воды из 1465, отобранных за десятилетний период (в 34,5 % случаев). В 4,8 % случаев концентрации нефтепродуктов достигали 0,05 мг/л (ПДК). Частоты превышения ПДК сохранялись почти на одном уровне, составляя 13,0 % в первом пятилетии и 15,0 % во втором. Динамика максимальных концентраций нефтепродуктов и частоты превышения ПДК в створах наблюдений за российским участком реки представлены в таблице 14.

Таблица 12 - Частота обнаружения нормируемых и специфических органических веществ в воде р. Селенга в периоды наблюдений в 2001-2005 гг. (числитель) и 2006-2010 гг. (знаменатель)

Расположение створа наблюдений	Расстояние от устья, км	Величина БПК ₅			Летучие фенолы			Нефтепродукты			Смолы + асфальтены		СПАВ	
		Число проб	Частота, %		Число проб	Частота, %		Число проб	Частота, %		Число проб	% обнаружения	Число проб	% обнаружения
			обнаруж. ПДК	превыш. ПДК		обнаруж. ПДК	превыш. ПДК		обнаруж. ПДК	превыш. ПДК				
п. Наушки, 1,5 км к 3-ЮЗ от поселка (пограничный)	402	46	0	2,2	46	39,1	37,0	46	0	26,1	46	78,3	38	63,2
		45	0	0	45	33,3	40,0	45	4,4	24,4	45	80,0	36	97,2
с.Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	273	44	0	29,5	45	31,1	35,5	45	6,6	8,9	19	42,1	39	71,8
		45	0	24,4	45	37,8	8,9	45	4,4	15,5	0		37	94,6
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	156	179	0,6	27,9	178	32,6	25,8	179	4,5	14,5	112	42,0	58	62,1
		180	0,6	16,6	180	35,5	9,4	180	5,5	13,3	60	88,3	60	90,0
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	152	178	0	32,6	177	30,5	36,2	178	5,0	13,5	112	47,3	57	66,6
		180	0,6	16,1	179	31,8	15,1	179	4,5	15,6	60	96,6	60	92,0
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	127	61	0	32,8	61	27,9	39,3	61	1,6	13,1	59	55,9	57	77,2
		59	0	17,0	59	33,9	22,0	59	8,5	13,5	59	91,5	59	94,9
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	67,0	59	1,7	25,4	58	29,3	27,6	59	3,4	8,5	59	55,9	35	77,1
		60	0	21,6	60	31,6	11,6	60	6,6	13,3	60	81,6	36	92,0
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	63,2	59	0	22,0	58	41,4	22,4	59	3,4	10,2	59	64,4	35	74,3
		60	0	28,3	60	31,6	13,3	60	3,3	20,0	60	83,3	38	100
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	43,0	60	0	26,6	59	30,5	25,4	60	1,6	6,6	60	53,3	35	82,8
		60	0	23,3	60	36,6	11,6	60	8,3	10,0	60	80,0	36	94,4
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	25,0	45	2,2	26,6	45	26,6	31,1	45	2,2	15,6	45	64,4	45	71,1
		45	0	24,4	45	40,0	11,1	45	11,1	13,3	45	88,9	45	93,3
Итого		731	0,4	27,1	727	31,9	30,9	732	3,7	13,1	571	54,1	399	71,2
		734	0,3	18,4	733	34,2	14,5	733	5,9	15,0	449	86,4	407	93,8

Таблица 13 – Частоты превышения ПДК и динамика максимальных концентраций летучих фенолов в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота превышения ПДК фенолов, %	Максимальные концентрации, мкг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	91	38,5	3	1	4	2	3	3	2	1	2	2
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	90	22,2	6	4	3	3	2	2	1	1	1	2
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	358	17,6	6	2	2	4	3	2	2	2	2	3
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	356	25,6	10	4	3	5	3	3	2	2	2	3
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	120	30,8	8	2	3	5	3	4	1	2	2	2
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	118	19,5	7	2	3	5	2	2	1	1	1	2
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	118	17,8	11	1	4	6	3	2	1	1	1	2
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	119	18,5	10	2	5	5	2	2	1	2	1	2
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	21,1	10	3	5	4	2	2	1	2	1	3

Таблица 14 – Частоты превышения ПДК и динамика максимальных концентраций нефтепродуктов в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота превышения ПДК, %	Максимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к 3-ЮЗ от поселка (пограничный)	91	25,3	0,42	0,14	0,07	0,06	0,10	0,03	0,11	0,08	0,09	0,11
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	90	11,1	0,10	0,05	0,05	0,06	0,03	0,08	0,11	0,06	0,06	0,04
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	359	13,9	0,14	0,05	0,07	0,09	0,12	0,12	0,13	0,07	0,09	0,09
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	357	14,6	0,19	0,09	0,05	0,08	0,13	0,11	0,13	0,15	0,08	0,16
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ	120	13,3	0,16	0,10	0,03	0,02	0,09	0,11	0,08	0,05	0,10	0,09
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	119	10,9	0,18	0,11	0,04	0,04	0,06	0,06	0,20	0,13	0,12	0,06
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	119	15,1	0,19	0,11	0,07	0,07	0,05	0,09	0,22	0,15	0,06	0,09
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	120	9,2	0,21	0,10	0,07	0,05	0,09	0,12	0,05	0,08	0,05	0,07
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	14,4	0,14	0,10	0,05	0,04	0,04	0,06	0,22	0,14	0,05	0,10

В пограничном створе, по сравнению с расположенными ниже, частота превышения ПДК была максимальной – 25,3 %, в марте 2001 г. наблюдали и максимальную концентрацию – 0,42 мг/л (8,4 ПДК). В последующие годы первого пятилетия концентрации, превышающие ПДК, составляли от 1,2 до 2,8 ПДК, в 2006-2010 гг. находились примерно на том же уровне – 1,6-2,2 ПДК (см. таблицу 14). Средневзвешенные концентрации, полученные для пограничного створа в 2006-2010 гг., находились в интервале 0,02-0,05 мг/л, близком к значениям 2001-2005 гг. (см. таблицу 10). Частоты превышения ПДК были почти одинаковыми – 26,1% в первом пятилетии, 24,4 % - во втором.

В пунктах наблюдений, расположенных ниже пограничного створа, динамика нефтепродуктов в воде реки имела некоторые особенности.

В створе с. Новоселенгинск во втором пятилетии по сравнению с первым почти в два раза увеличилась частота превышения ПДК (см. таблицу 12) - до 15,5 %, интервал изменения годовых средневзвешенных концентраций повысился также вдвое до 0,02-0,05 мг/л (см. таблицу 5), максимальные концентрации сохранялись на уровне 2,0 ПДК (см. таблицу 14).

В пункте г. Улан-Удэ частота превышения ПДК составляла по 14,0 % для двух сравниваемых периодов, абсолютные максимальные концентрации, отмеченные в трех створах, снизились от 2,8-3,8 ПДК (2001-2005 гг.) до 2,2-3 ПДК (2006-2010 гг.). Минимальные средневзвешенные концентрации находились в пределах 0,01-0,02 мг/л, максимальные не превышали 0,05 мг/л в первом пятилетии и 0,04 мг/л во втором.

В трех створах пункта с. Кабанск частоты превышения ПДК возросли до 13-20 % во втором пятилетии от 6,6-10 % в первом. В створах, расположенных выше замыкающего, абсолютные максимальные концентрации, отмеченные во втором пятилетии, были равны 4-4,4 ПДК (июнь 2007 г.) и повысились от 3,6-3,8 ПДК (апрель 2001 г.), предельные средневзвешенные концентрации сохранялись в близких интервалах (см. таблицу 5). В замыкающем створе абсолютная максимальная концентрация нефтепродуктов, отмеченная во втором пятилетии, соответствовала 2,4 ПДК (октябрь 2006 г.), что почти в 2 раза ниже по сравнению с максимальной концентрацией первого пятилетия - 4,2 ПДК (апрель 2001 г.), предельные средневзвешенные концентрации сохранялись в интервале 0,02-0,03 мг/л.

В створе с. Мурзино (дельта) частота превышения ПДК нефтепродуктов снизилась незначительно – до 13,0 % во втором пятилетии от 16,0 % в первом. Несколько расширился интервал изменения предельных средневзвешенных концентраций - до 0,02-0,06 мг/л от 0,01-0,05 мг/л.

3.2.2.4 Смолы и асфальтены

Частоты обнаружения этих трудноокисляемых органических веществ и динамика их максимальных концентраций в речной воде представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Частоты обнаружения и динамика максимальных концентраций смол и асфальтенов в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота обнаружения смол и асфальтенов, %	Максимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	91	79,1	0,030	0,020	0,010	0,005	0,026	0,010	0,016	0,008	0,018	0,012
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	19	42,1	0,020	0,020	н	н	н	н	н	н	н	н
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	172	58,1	0,020	0,020	0,014	0,004	0,007	0,007	0,018	0,011	0,016	0,019
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	172	64,5	0,030	0,020	0,011	0,003	0,014	0,011	0,014	0,013	0,014	0,027
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже Улан-Удэ	118	73,7	0,030	0,060	0,014	0,012	0,010	0,014	0,016	0,012	0,017	0,021
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	119	68,9	0,020	0,020	0,010	0,004	0,007	0,059	0,022	0,011	0,019	0,022
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	119	73,9	0,030	0,020	0,012	0,005	0,010	0,048	0,020	0,011	0,019	0,021
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (закрывающий)	120	66,6	0,010	0,010	0,010	0,003	0,010	0,008	0,011	0,010	0,015	0,017
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	76,6	0,020	0,030	0,008	0,004	0,007	0,011	0,011	0,006	0,016	0,019
Примечание - «н» – нет наблюдений												

В пограничном створе за десять лет наблюдений максимальные концентрации не превышали 0,030 мг/л в 2001 г. (март) и в 2005 г. (июль). В двух пятилетних периодах почти на одном уровне сохранялись частоты обнаружения веществ, составлявшие 78,0 % (2001-2005 гг.) и 80,0 % (2006-2010 гг.), средневзвешенные концентрации сохранялись в пределах от 0,002 до 0,009 мг/л (см. таблицу 10).

В подавляющем числе проб воды, отобранных ниже пограничного створа, концентрации смол и асфальтенов находились в пределах 0,001-0,020 мг/л, четко выраженные сезонные изменения не отмечены.

Самые высокие абсолютные концентрации наблюдали всего в трех пробах из 1020 отобранных (0,3 % случаев от числа наблюдений за десять лет). В створе ниже г. Улан-Удэ у разъезда Мостовой концентрация достигала 0,060 мг/л в мае 2002 г., в двух створах пункта с. Кабанск (выше замыкающего) – 0,059-0,048 мг/л в мае 2006 г. Формирование высоких концентраций смол и асфальтенов, превышающих в 2-3 раза верхний предел чаще встречаемых, отмечено как редкое событие. Это может свидетельствовать о том, что при выносе этих веществ в русло реки с поверхностным водным стоком процесс их поступления в донные отложения является приоритетным по сравнению с накоплением в водной среде.

Во втором пятилетии по сравнению с первым наблюдали существенное повышение частот обнаружения смол и асфальтенов в воде реки на участке ниже с. Новоселенгинск. Частота обнаружения, обобщенная для трех створов, повысилась до 92 % от 47,0 % (2001-2005 гг.) в пункте г. Улан-Удэ, до 82,0 % от 57,0 % в пункте с. Кабанск, до 89,0 % от 64,0 % в пункте с. Мурзино. Повысились средневзвешенные концентрации в створах, расположенных ниже с. Новоселенгинск, в 2 раза (минимальные) – до 0,002-0,004 мг/л от 0,001-0,002 мг/л, в 1,3 раза (максимальные) – до 0,008-0,013 мг/л от 0,006-0,010 мг/л во втором пятилетии по сравнению с первым.

Представленные данные свидетельствуют о том, что в пограничном створе интенсивность поступления в реку нефтепродуктов, смол и асфальтенов сохранялась относительно стабильной на протяжении десяти лет наблюдений. Загрязнение речной воды нефтепродуктами в створе с. Новоселенгинск, расположенном в 5 км ниже впадения р. Чикой, усилилось во втором пятилетии по сравнению с первым. На приустьевом участке в июне 2007 г. наблюдали концентрации до 4,4 ПДК, превышающие значения (до 3,8 ПДК) отмеченные в период половодья в апреле 2001 г.. На участке реки от г. Улан-Удэ до дельты во втором пятилетии отмечена тенденция повышения содержания смол и асфальтенов в воде (возможно и донных отложениях), судя по возрастанию частот их обнаружения и расширению интервала средневзвешенных концентраций в створах наблюдений.

3.2.2.5 СПАВ

СПАВ не были обнаружены 140 из 806 отобранных проб воды (в 17,4 % случаев). В подавляющем числе проб концентрации находились в пределах 0,001-0,025 мг/л, в пределах 0,030-0,070 мг/л были отмечены 39 пробах (в 4,5 % случаев), превышения ПДК наблюдали всего в 3 пробах воды (в 0,4 % случа-

ев). Частота обнаружения СПАВ и динамика максимальных концентраций в створах наблюдений приведена в таблице 16. За весь десятилетний период частота обнаружения этих веществ по створам изменялась в нешироком интервале -76,3-89,0 %. Концентрации не были выше 0,040 мг/л в холодное время года (ноябрь, декабрь, январь-март). При прохождении вод весеннего половодья в апреле, мае в некоторые годы (2003, 2004, 2007, 2008) повышенные концентрации достигали 0,053-0,069 мг/л, в летний период очень редко были выше 0,050 мг/л.

Представленные в таблице 10 максимальные средневзвешенные концентрации снизились в 1,5 раза в замыкающем створе и дельте - до 0,019-0,016 мг/л (2009 г.) от 0,028-0,022 мг/л (2001 г.). Концентрации, превышающие ПДК СПАВ, были отмечены в замыкающем створе в апреле 2001 г. (0,120 мг/л), в пограничном створе в апреле 2008 г., в створе с. Мурзино в июне 2009 г. (0,180 мг/л).

Полученные данные позволяют отметить, что хроническое присутствие СПАВ в русле реки, обеспеченное в том числе поверхностным стоком, может сопровождаться «залповыми» поступлениями этих веществ, как с трансграничным переносом, так и в результате неорганизованных сбросов от источников загрязнения в нижнем течении реки в пунктах с. Кабанск и с. Мурзино.

3.2.2.6 Жиры

Наблюдения выполнены в шести створах, расположенных от г. Улан-Удэ до замыкающего включительно. В подавляющем числе проб воды, 472 из 709 отобранных, жиры не присутствовали, были отмечены в концентрации 0,01-0,03 мг/л в 197 пробах, в концентрации 0,04-0,18 мг/л в – 38 пробах. Всего в двух пробах (0,3 % случаев наблюдений) концентрации достигали 0,26-0,28 мг/л. Частоты обнаружения и динамика максимальных концентраций веществ в воде реки приведены в таблице 17. В створах, расположенных по контролируемому участку, частота обнаружения жиров за десятилетний период изменялась в интервале от 27,5 % до 39,7 %, максимальная отмечена в створе с. Кабанск в 0,8 км ниже сброса сточных вод п. Селенгинск. В пункте с. Кабанск жиры в повышенных до 0,13-0,26 мг/л концентрациях присутствовали в пробах, отобранных в апреле 2001 г. (начало весеннего половодья). В феврале 2005 г. (холодный период), концентрации были ниже – 0,04 мг/л. В пункте г. Улан-Удэ, у разъезда Мостовой, второе максимальное значение концентрации 0,28 мг/л наблюдали в осенний сезон (сентябрь 2004 г.). Во втором пятилетии максимальные концентрации жиров, отмеченные в речной воде в весенне-летний период, снизились до 0,07-0,04 мг/л (май 2006 г., июнь 2007 г.), в остальных случаях обнаруженные концентрации не превышали 0,03 мг/л.

Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что уровень содержания жиров в воде реки не являлся стабильным и в отдельные годы был подвержен существенной сезонной изменчивости. Очень редкое формирование концентраций 0,26-0,28 мг/л в речной воде у разъезда Мостовой (ниже г. Улан-Удэ) и ниже выпуска сточных вод п. Селенгинск (пункт с. Кабанск) имело место только в первом пятилетии (в разные годы и разные сезоны).

Таблица 16 – Частоты обнаружения и динамика максимальных концентраций СПАВ в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота обнаружения СПАВ, %	Максимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
п. Наушки, 1,5 км к З-ЮЗ от поселка (пограничный)	74	79,7	0,030	0,008	0,036	0,026	0,019	0,012	0,013	0,111*	0,021	0,015
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	76	82,9	0,030	0,020	0,026	0,040	0,013	0,010	0,048	0,040	0,024	0,022
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	118	76,3	0,020	0,020	0,021	0,022	0,019	0,025	0,039	0,020	0,033	0,018
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	117	79,5	0,030	0,017	0,053	0,028	0,024	0,036	0,019	0,034	0,023	0,017
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ	116	86,2	0,020	0,030	0,019	0,056	0,017	0,030	0,032	0,028	0,034	0,020
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	71	84,5	0,020	0,010	0,028	0,025	0,022	0,016	0,028	0,020	0,024	0,026
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	73	87,7	0,020	0,010	0,025	0,030	0,011	0,011	0,018	0,069	0,035	0,041
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	71	88,7	0,120*	0,010	0,019	0,020	0,013	0,010	0,020	0,021	0,070	0,016
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	90	82,2	0,030	0,010	0,018	0,040	0,011	0,032	0,018	0,022	0,180*	0,011
Примечание - концентрации, превысившие ПДК												

Таблица 17 – Частоты обнаружения и динамика максимальных концентраций жиров в воде р. Селенга в 2001-2010 гг.

Расположение створа	Общее число проб воды	Частота обнаружения жиров, %	Максимальные концентрации, мг/л, отмеченные по годам наблюдений									
			2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	120	27,5	0,03	0,02	0,01	0,08	0,04	0,04	0,06	0,01	0,02	0,03
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 3 км выше с. Сотниково	120	33,3	0,04	0,06	0,01	0,02	0,04	0,07	0,03	0,02	0,04	0,02
разъезд Мостовой, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ	117	29,1	0,03	0,12	0,01	0,28	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,03
с. Кабанск, 23,5 км выше с.Кабанск, 4,3 км выше впадения р. Вилюйка	118	31,4	0,18	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,06	0,03	0,04	0,02
с. Кабанск, 19,7 км выше с. Кабанск, 0,5 км выше впадения р. Вилюйка	116	39,7	0,26	0,04	0,02	0,00	0,05	0,05	0,02	0,01	0,02	0,02
с. Кабанск, 0,5 км ниже села (замыкающий)	118	35,6	0,13	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,03	0,03

Во втором пятилетии отмечено снижение максимальной средневзвешенной концентрации до 0,012 мг/л (2009 г.) от 0,029 мг/л (2004 г.) у разъезда Мостовой и до 0,010 мг/л (2006 г.) от 0,036 мг/л (2001 г.) в створе с. Кабанск в 0,8 км ниже сброса сточных вод п. Селенгинск. Таким образом, в десятилетнем ряду наблюдений поступление жиров в русло реки, как с поверхностным стоком, так и от антропогенных источников, не являлось хроническим, состояние воды по этому показателю во втором пятилетии по сравнению с первым улучшилось.

3.2.2.7 Хлорорганические пестициды

С 2001 по 2010 годы было отобрано 35 проб в створе п. Наушки, 15 - створе г. Улан-Удэ, 2 км выше города (2001-2003 гг.), 24 в створе с. Кабанск, 0,5 км ниже села (2004-2010 гг.), 15 - в створе с. Мурзино, 0,4 км ниже села (2001-2003 гг.). Всего - 89 проб для определения ДДТ и изомеров ГХЦГ в речной воде. В весенне-летние периоды (апрель-сентябрь) отобрано 85 % проб от их общего числа, в октябре-ноябре – 15 %. ДДТ не был отмечен в каждой из отобранных 89 проб. Изомеры ГХЦГ были отмечены в одной пробе (из 15), отобранной в дельте (с. Мурзино) в апреле 2001 г. в количестве 0,004 мкг/л (α -ГХЦГ) и 0,002 мкг/л (γ -ГХЦГ). В одной (из 35) пробе, отобранной в пограничном створе в октябре 2007 г. (γ -ГХЦГ) присутствовал в концентрации 0,002 мкг/л. В остальных случаях наблюдений 2001-2010 гг. изомеры ГХЦГ в речной воде отмечены не были.

По результатам ретроспективных наблюдений за гербицидом ТЦА в 1999 г. в створе в 2 км выше г. Улан-Удэ содержание этого вещества было равно 6,5 мкг/л в июле, достигало 143 мкг/л (4,1 ПДК) в августе и снижалось до 8,1 мкг/л в сентябре. В августовской пробе речной воды за 1999 г., отобранной в дельте, концентрация гербицида составляла 20,2 мкг/л, что в 7 раз ниже по сравнению с максимальной концентрацией, отмеченной в реке выше г. Улан-Удэ. В августе 2000 г. концентрация гербицида в речной воде дельты, равная 5,9 мкг/л, по сравнению с августом 1999 г. снизилась в 3,4 раза. В 2001-2003 гг. в нижнем течении реки для определения ТЦА было отобрано 22 пробы воды, ни в одной из которых гербицид обнаружен не был, с 2004 г. наблюдения закрыты.

3.3 Сток контролируемых веществ через замыкающий створ р. Селенга за период 2001-2010 гг.

За период наблюдений 2001-2010 гг. средний годовой водный сток р. Селенга в замыкающем створе с. Кабанск оценен в 20,8 км³ и был на 30,7 % ниже по сравнению со средним многолетним значением 1979-2000 гг., равным 30,0 км³. Средний водный сток реки в первом пятилетии был равен 21,6 км³ (ниже среднемноголетнего на 28 %), во втором – 20,0 км³ (ниже на 33 %).

Годовые поступления взвешенных, трудно- и легкоокисляемых, загрязняющих и специфических органических веществ через замыкающий створ реки в 2001-2010 гг. приведены в таблице 18, средневзвешенные концентрации контролируемых веществ - в таблице 19.

Таблица 18 – Поступления взвешенных, трудно- и легкоокисляемых, нормируемых и специфических органических веществ через замыкающий створ р. Селенга - с. Кабанск в 2001-2010 гг.

Год	Водный сток, км куб.	Взвешенные вещества, тыс. т	Трудно-окисляемые органические вещества (в пересчете с ХПК), тыс. т	Легко-окисляемые органические вещества (по величине БПК ₅), тыс. т	Углеводороды			Летучие фенолы, т	СПАВ, тыс. т	Жиры, тыс. т
					нефте-продукты, тыс. т	смолы + ас-фальтены, тыс. т	сумма тыс. т			
2001	26,18	1294	352	42,8	0,78	0,16	0,94	66	0,73	0,45
2002	17,75	280	200	30,0	0,55	0,04	0,59	18	0,14	0,14
2003	23,66	657	275	43,3	0,42	0,07	0,49	44	0,19	0,20
2004	20,22	780	190	31,7	0,33	0,04	0,37	50	0,27	0,10
2005	20,09	773	256	30,5	0,50	0,06	0,56	26	0,14	0,22
2006	23,90	1059	282	32,7	0,44	0,12	0,56	28	0,17	0,17
2007	15,78	279	177	26,2	0,50	0,10	0,60	3,2	0,21	0,14
2008	19,11	579	195	31,2	0,40	0,05	0,45	11,5	0,19	0,06
2009	20,80	478	245	30,0	0,54	0,12	0,66	11,1	0,38	0,26
2010	20,40	755	269	38,0	0,60	0,19	0,79	25,0	0,16	0,08
Среднемноголетнее значение	20,79	694	243	33,7	0,50	0,10	0,60	29	0,25	0,19

Таблица 19 – Средневзвешенные концентрации взвешенных веществ, величин ХПК и БПК₅, нормируемых и специфических органических веществ в замыкающем створе р. Селенга - с. Кабанск в 2001-2010 гг.

Год	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Углеводороды, мг/л		Летучие фенолы, мкг/л	СПАВ, мг/л	Жиры, мг/л
				нефтепродукты,	(смолы + асфальтены),			
2001	49,4	17,9	1,64	0,030	0,006	2,5	0,028	0,017
2002	15,8	14,9	1,69	0,031	0,002	1,0	0,007	0,008
2003	27,8	15,5	1,92	0,018	0,003	1,9	0,008	0,008
2004	38,6	12,5	1,57	0,016	0,002	2,5	0,013	0,005
2005	38,5	17,0	1,52	0,025	0,003	1,3	0,007	0,011
2006	44,3	15,7	1,37	0,018	0,005	1,2	0,007	0,007
2007	17,7	14,9	1,66	0,032	0,006	0,2	0,013	0,004
2008	30,3	13,6	1,63	0,021	0,003	0,6	0,010	0,003
2009	23,0	15,7	1,50	0,026	0,006	0,5	0,019	0,012
2010	37,0	17,6	1,85	0,029	0,009	1,2	0,008	0,004
Среднемноголетнее значение	33,4	15,6	1,62	0,024	0,005	1,4	0,012	0,009

Сравнительные данные, представленные в таблице 18, позволяют отметить, что самые высокие величины поступлений веществ, кроме смол и асфальтенов, были отмечены в 2001 году наибольшей водности реки за десятилетний период.

3.3.1 Сток взвешенных и трудноокисляемых органических веществ

3.3.1.1 Взвешенные вещества

Сток изменялся в широких пределах от 0,3 до 1,3 млн. т, находясь в зависимости от величин водного стока и средневзвешенной концентрации в замыкающем створе реки. Минимальные поступления взвесей – до 0,3 млн. т имели место в 2002 и 2007 годах при низких водных стоках, равных 17,7 и 15,8 км³. Максимальные поступления – 1,3 и 1,1 млн. т наблюдали, соответственно, в 2001 и 2006 годах, их величины обеспечивались, как повышенными до 26,0-24,0 км³ величинами водного стока, так и максимальными средневзвешенными концентрациями, достигающими 49,4 мг/л (2001 г.) и 44,3 мг/л (2006 г.).

3.3.1.2 Трудноокисляемые органические вещества

Сток изменялся от 0,18 до 0,35 млн. т, минимальные поступления органических веществ, как и взвешенных веществ, наблюдали при пониженном водном стоке в 2002 и 2007 годах, максимальные – в 2001 и 2006 годах, когда водный сток превышал минимальные за десятилетний период отметки в 1,5 раза. Интервал изменения средневзвешенных величин ХПК, как и стока органических веществ, был нешироким – 12,5-17,9 мг/л. Представленные данные позволяют заключить, что по сравнению с взвешенными веществами органические вещества поступали через замыкающий створ реки в течение десяти лет выполненных наблюдений более равномерно.

3.3.2 Сток нормируемых и специфических веществ

3.3.2.1 Сток легкоокисляемых органических веществ

Сток изменялся в пределах 26,2-43,3 тыс. т. Минимальным сток был в 2007 г. при самой низкой водности - 15,8 км³ и средневзвешенной величине БПК₅ воды, равной 1,66 мг/л (среднее многолетнее значение – 1,62 мг/л). Максимальную величину стока - 43,3 тыс. т наблюдали в 2003 г. Водный сток этого года был всего на 10 % ниже по сравнению с самым высоким, отмеченным в 2001 г., но средневзвешенная величина БПК₅ в замыкающем створе составляла 1,92 мг/л (при норме 2,00 мг/л). Частота нарушения нормы содержания легкоокисляемых органических веществ в воде реки в 2003 г. достигала 37,0 %, что видно по рисунку 3, (многолетнее значение - 23,0 %). Аналогичная ситуация была отмечена и в 2010 г., когда водный сток был примерно на 20% ниже максимальной десятилетней отметки, средневзвешенная величина составляла 1,85 мг/л, частота нарушения нормы – 29,0 % (выше многолетней), а сток был оценен в 38,0 тыс. т. (см. таблицу 18). Представленные характеристики приводят к заключению о том, что поступление легкоокисляемых органических веществ через замыкающий створ зависит, как от годового объема водного стока реки, так и от уровня загрязненности речной воды по этому показателю.

3.3.2.2 Сток нефтепродуктов, смол и асфальтенов

Максимальная величина стока углеводородов (по сумме нефтепродуктов, смол и асфальтенов) достигала 0,94 тыс. т (2001 г.). В 2002-2010 гг. поступление углеводородов изменялось от 0,37 до 0,79 тыс. т. Приведенные значения различались в два раза, но оказались ниже максимального и были отмечены, соответственно, в близкие по водности годы - 2004 г. и 2010 г. (см. таблицу 18).

Максимальную величину – 0,78 тыс. т наблюдали в 2001 г., при наибольшем водном стоке и самой высокой частоте превышения ПДК нефтепродуктов – 30,0 % (многолетнее значение - 14,0 %). В 2003 г., когда частота превышения ПДК нефтепродуктов оказалась самой низкой – 4,0 % (рисунок 4), сток нефтепродуктов понизился до 0,33 тыс. т, (минимальный уровень, отмеченный за 10 лет). Поступления нефтепродуктов через замыкающий створ, оцененные для двух пятилетий, сохранялись на одном уровне, составляя 0,52 тыс. т (в первом) и 0,50 тыс. т (во втором).

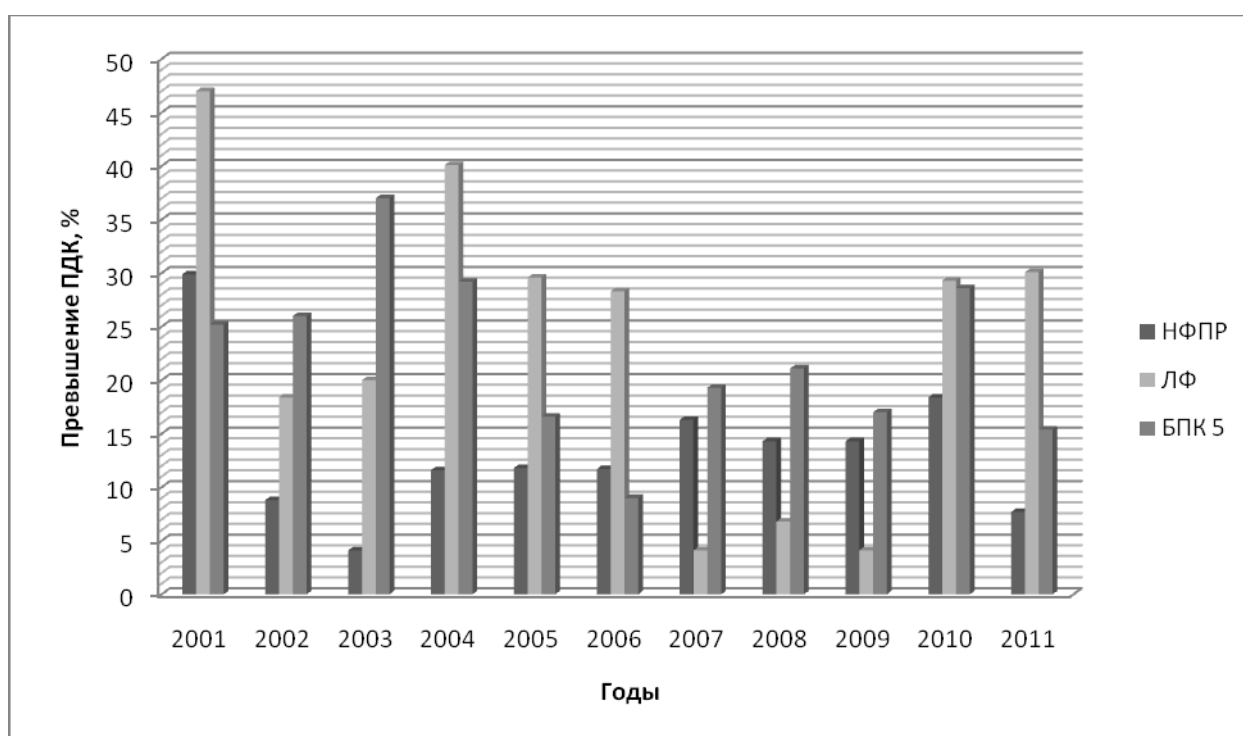


Рисунок 4 – Динамика частоты превышения ПДК загрязняющих веществ в воде р. Селенга в 2001-2011 гг.

С 2001 по 2005 годы максимальную величину стока смолистых веществ – 0,16 тыс. т наблюдали в 2001 году при наибольшей водности. В 2002-2005 гг. предельные величины составляли 0,04-0,07 тыс. т. Во втором пятилетии минимальным, равным 0,05 тыс. т, сток оказался в 2008 г. В другие годы сток находился в интервале 0,10-0,19 тыс. т, что почти в 3 раза выше предельных величин, отмеченных в 2002-2005 годах.

Частота обнаружения смол и асфальтенов в воде р. Селенга повысилась до 86,0 % (2006-2010 гг.) от 54,0 % (2001-2005 гг.) – см. таблицу 12. В стоке углеводородов доля смолистых веществ

возросла до 19,4 % (2006-2010 гг.) от 11,5 % (2001-2005 гг.), поступление через замыкающий створ увеличилось в 2 раза – до 0,12 тыс. т во втором пятилетии от 0,06 тыс.т. в первом.

Представленные данные приводят к выводу о том, что поступление нефтепродуктов через замыкающий створ в разные по водности годы зависит и от уровня загрязненности речной воды этими веществами. Во втором пятилетии по сравнению с первым в стоке углеводов почти в два раза повысилась доля трудноокисляемых смол и асфальтенов. Это согласуется с отмеченной ранее тенденцией повышения содержания смолистых веществ в нижнем течении реки и увеличением их поступления через замыкающий створ в 2 раза в 2006-2010 годах по сравнению с 2001-2005 годами.

3.3.2.3 Сток фенолов

В десятилетней динамике величины стока фенолов отмечены два максимума, когда поступления достигали 66 т в 2001 г. и 50 т в 2004 г. Соответственно, частоты превышения ПДК фенолов достигали в эти годы 47 % и 40 %, (многолетнее значение - 22,7 %). Средневзвешенные концентрации в замыкающем створе были самыми высокими - 2,5 ПДК (см. таблицу 19). Среднее годовое поступление фенолов через замыкающий створ в первом пятилетии оценено в 41 т. Минимальной величина стока фенолов -3,2 т оказалась в 2007 г. при минимальном за 10 лет водном стоке и минимальной частоте превышения ПДК, равной 4,0 % (см. рисунок 3). Величины стока, повышенные до 28 т в 2006 г. и 25 т в 2010 г., был в 2,5 раза ниже максимальных значений первого пятилетия, среднее годовое поступление составляло 16 т. Ранее отмечалось, что в 2006-2010 гг. по сравнению с первым пятилетием состояние речной воды по показателю летучие фенолы улучшилось. Снижение в 2,5 раза величина стока фенолов в 2006-2010 годах по сравнению с 2001-2005 годами подтверждает этот вывод.

3.3.2.4 Сток СПАВ

Максимальную величину стока – 0,73 тыс. т наблюдали в 2001 г. при наибольшей величине водного стока (см. таблицу А.13). Величина стока, повышенная до 0,38 тыс. т (2009 г.), была в 1,9 раза ниже максимальной, отмеченной в первом пятилетии. Среднегодовое поступление СПАВ через замыкающий створ снизилось до 0,22 тыс. т в 2006-2010 гг. от 0,30 тыс. т в 2001-2005 гг. в 1,4 раза (почти на 30,0 %), что соответствует отмеченному ранее снижению уровня максимальных средневзвешенных концентраций в замыкающем створе до 0,019 мг/л во втором пятилетии от 0,028 мг/л в первом.

3.3.2.5 Сток жиров

Максимальная величина стока - 0,45 тыс. т, имела место, как и в ситуации по другим контролируемым веществам, в 2001 г., когда водность реки оказалась наибольшей за десять лет наблюдений. Величина, повышенная до 0,26 тыс. т (2009 г.), была почти в 2 раза ниже максимальной, отмеченной в первом пятилетии. Снижение на 36%, или в 1,6 раза среднегодового поступления жиров до 0,14 тыс. т (2006-2010 гг.) от 0,22 тыс. т (2001-2005 гг.) соответствует выводу, сделанному ранее, об улучшении состояния речной воды по этому показателю во втором пятилетии по сравнению с первым.

3.4 Сравнительные оценки стока контролируемых веществ через замыкающий створ р. Селенга в 2001-2010 гг.

Сравнительные данные о среднегодовом стоке контролируемых веществ, включая биогенные элементы, для пятилетних периодов 2001-2005 гг. и 2006-2010 гг. представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Количество веществ, поступивших через замыкающий створ р. Селенга, с. Кабанск

Ингредиенты	Период измерений	
	2001-2005 гг.	2006-2010 гг.
Взвешенные вещества, тыс. т	757	630
Трудноокисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	255	234
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т (по БПК ₅)	35,6	31,6
Нефтепродукты, тыс. т	0,52	0,50
(Смолы + асфальтены), тыс. т	0,06	0,12
СПАВ, тыс. т	0,30	0,22
Жиры, тыс. т	0,22	0,14
Летучие фенолы, т	41	16
Фториды, тыс. т	8,3	12,9
Сумма минеральных форм азота, тыс. т в том числе	2,37	1,66
аммонийный азот, тыс. т	0,80	0,44
нитритный азот, тыс. т	0,043	0,040
нитратный азот, тыс. т	1,53	1,18
Общий фосфор, тыс. т в том числе	0,475	0,420
минеральный фосфор, тыс. т	0,065	0,100
органический фосфор, тыс. т	0,302	0,220
полифосфаты, тыс. т	0,108	0,100
Растворенный кремний, тыс. т	101	96
Общее железо, тыс. т	14,9	11,0

В замыкающем створе с. Кабанск водный сток р. Селенга снизился от 21,6 км³ в первом пятилетии до 20,0 км³ во втором – на 7,4 %.

Синхронно снижению водного стока величины поступлений снизились для легкоокисляемых органических веществ на 10,0 %, трудноокисляемых органических веществ на 8,0 %, растворенного кремния – на 5,0 %, нефтепродуктов – на 4,0 % ввиду сохранения на близких уровнях средневзвешенных концентраций этих веществ в замыкающем створе в первом и втором периодах наблюдений. Отмеченное снижение стока взвешенных веществ на 17,0 % связано со снижением средневзвешенной концентрации от 35,0 мг/л (первое пятилетие) до 31,5 мг/л (второе) в сочетании со снижением водности.

Поступления СПАВ и жиров снизились, соответственно, на 27 % и 36 %, летучих фенолов – в 2,5 раза, что связано не только со снижением водности, но и улучшением состояния воды реки по этим показателям во втором пятилетии.

Важными ингредиентами, характеризующими качество поверхностных вод, являются биогенные элементы. Результаты наблюдений за минеральными формами азота и формами фосфора в воде р. Селенга, обобщенные в оценках их стока, позволяют отметить:

- пропорционально снижению водного стока снизилось поступление нитритного азота (на 7,0 %), средневзвешенная концентрация составляла 0,002 мг/л, сохраняясь на уровне среднемноголетнего значения;

- непропорционально снижению водного стока снизилось поступление аммонийного азота (на 45 %), средневзвешенная концентрация снизилась в 2 раза – от 0,04 мг/л (первое пятилетие) до 0,02 мг/л (второе);

- поступление нитратного азота снизилось в меньшей мере – на 23 %, средневзвешенная концентрация понизилась от 0,07 мг/л до 0,06 мг/л соответственно указанным периодам наблюдений;

- сток минерального азота снизился от 2,37 тыс. т (2001-2005 гг.) до 1,66 тыс. т (2006-2010 гг.). В составе минерального азота, поступившего через замыкающий створ реки, доля аммонийного азота снизилась в 1,3 раза от 33,7 % в первом пятилетии до 26,5% во втором, доля нитритного азота возросла от 1,8 % до 2,4 %, доли нитратного азота были равны 64,5 % (первое пятилетие) и 71,1 % (второе);

- почти пропорционально снижению водного стока снизился сток общего фосфора, средневзвешенная концентрация которого сохранялась на уровне 0,022 мг/л (среднемноголетнее значение). В составе общего фосфора доля минерального фосфора возросла от 13,7 % (первое пятилетие) до 23,8 % (второе), доля полифосфатов сохранялась на уровне 23,0 %, доля органического фосфора снизилась от 64,0 % (первое пятилетие) до 52,0 % (второе):

- непропорционально снижению водного стока снизился сток общего железа - на 26%, что объясняется снижением в замыкающем створе средневзвешенной концентрации от 0,69 мг/л до 0,55 мг/л во втором пятилетии по сравнению с первым.

В целом приведенные данные позволяют отметить что, во втором пятилетии в стоке химических веществ не произошло резких негативных изменений по взвешенным, и трудноокисляемым органическим веществам, большинству нормируемых и специфических веществ (кроме смол и асфальтенов), биогенным элементам, состояние речной воды существенно улучшилось по показателям летучие фенолы, жиры, СПАВ.

3.4.1 Сток контролируемых веществ через створ с. Мурзино – р. Селенга

Створ, следующий за замыкающим (третьим створом в пункте с. Кабанск), расположен в удалении на 25 км от устья реки, входит в гидрографическую систему водных объектов дельты р. Селенга.

В таблице 21 приведены средневзвешенные концентрации контролируемых веществ за период наблюдений 2001-2010 гг. в створе с. Мурзино.

Среднемноголетний водный сток в створе был равен 12,1 км³ (58,2 % водного стока в замыкающем створе).

Таблица 21 – Средневзвешенные концентрации взвешенных веществ, величин ХПК и БПК₅, нормируемых и специфических органических веществ в р. Селенга – с. Мурзино в 2001-2010 гг.

Год	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Углеводороды, мг/л		Летучие фенолы, мкг/л	СПАВ, мг/л
				Нефтепродукты	смолы + асфальтены		
2001	66,8	14,9	1,64	0,050	0,010	1,6	0,022
2002	13,8	12,6	1,70	0,020	0,006	0,9	0,006
2003	24,2	15,0	1,92	0,019	0,003	1,2	0,005
2004	23,4	12,5	1,57	0,018	0,002	1,9	0,013
2005	28,4	16,1	1,52	0,008	0,002	1,2	0,006
2006	36,0	15,8	1,37	0,028	0,006	1,4	0,011
2007	19,5	11,1	1,66	0,060	0,005	0,2	0,010
2008	29,2	11,7	1,63	0,033	0,003	0,4	0,011
2009	34,6	14,2	1,50	0,026	0,003	0,6	0,016
2010	42,6	21,2	1,85	0,022	0,008	1,1	0,005
Среднемноголетнее значение	32,7	14,6	1,62	0,029	0,005	1,1	0,011

В таблице 22 приведены сравнительные данные о среднегодовых поступлениях контролируемых веществ в замыкающем створе и створе с. Мурзино в 2001-2010 гг.

Таблица 22 – Количество контролируемых веществ, поступивших через замыкающий створ с. Кабанск – р. Селенга и створ с. Мурзино, среднемноголетние данные 2001-2010 гг.

Ингредиенты	Створы	
	замыкающий	с. Мурзино
Взвешенные вещества, тыс. т	694	396
Трудноокисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	243	132
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т (по БПК ₅)	33,7	20,2
Нефтепродукты, тыс. т	0,50	0,35
(Смолы + асфальтены), тыс. т	0,10	0,06
СПАВ, тыс. т	0,25	0,13
Летучие фенолы, т	29	13
Сумма минеральных форм азота, тыс. т	2,01	1,24
в том числе		
аммонийный азот, тыс. т	0,62	0,28
нитритный азот, тыс. т	0,042	0,018
нитратный азот, тыс. т	1,35	0,94
Общий фосфор, тыс. т	0,457	0,227
в том числе		
минеральный фосфор, тыс. т	0,083	0,061
органический фосфор, тыс. т	0,270	0,170
полифосфаты, тыс. т	0,104	0,046
Растворенный кремний, тыс. т	97,7	57,0
Общее железо, тыс. т	12,9	6,42

От величины стока в замыкающем створе сток в створе с. Мурзино составлял: 57,1 % для взвешенных веществ, 54,3 % - трудноокисляемых органических веществ, 60 % - легкоокисляемых органических веществ, 52 % - СПАВ, 60 % - смол и асфальтенов, 45 % для летучих фенолов. Доли поступлений перечисленных веществ, от 50 до 60 % стока в замыкающем створе, примерно соответствовали доле водного стока р. Селенга, проходящей через створ с. Мурзино.

В 2001-2010 гг. в створе с. Мурзино отмечен интервал средневзвешенных концентраций нефтепродуктов, расширенный до 0,008-0,060 мг/л от 0,016-0,031 мг/л в замыкающем. В 2001 г. в речной воде концентрации достигали 2,8 ПДК (весеннее половодье в апреле- мае), и 2,0 ПДК (дождевые паводки в августе-сентябре), годовая средневзвешенная концентрация составляла 0,05 мг/л (ПДК). В 2007 г. в период весенних паводков (июнь) была отмечена максимальная за десятилетний период концентрация, равная 4,4 ПДК, годовая средневзвешенная достигала 0,06 мг/л (1,2 ПДК). Средний многолетний сток нефтепродуктов через створ с. Мурзино оценен в 0,35 тыс. т (70 % от стока в замыкающем створе). Представленные данные свидетельствуют о том, что на водные объекты дельты р. Селенга (на примере створа с. Мурзино) периодически могли

влиять дополнительные источники загрязнения нефтепродуктами. В их числе - поступление с поверхностным стоком с загрязненных территорий (рекреационное использование), маломерный флот и иные.

От величины стока биогенных веществ в замыкающем створе их сток через створ, расположенный в дельте, составлял: 45,2 % для аммонийного азота, 42,8 % - нитритного азота, 69,6 % - нитратного азота, 73,5 % - минерального фосфора, 63,0 % - органического фосфора, 44,2 % для полифосфатов. Доли поступлений нитратного азота и минерального фосфора через створ с. Мурзино, составлявшие, соответственно, 69,6 % и 73,5 % были выше доли водного стока (58,2 % от водности в замыкающем створе). Дополнительным источником поступления нитратного азота и минерального фосфора в реку в дельте мог являться интенсивный смыв этих веществ, внесенных с минеральными удобрениями, с сельхозугодий.

По среднемноголетним данным, через створ с. Мурзино поступило 57 тыс. т растворенного кремния (ровно 58,3 % от стока в замыкающем створе) и 6,42 тыс. т общего железа (50,0 %).

3.4.2 Сток веществ через пограничный створ п. Наушки – р. Селенга

За период наблюдений 2001-2010 гг. средний годовой сток р. Селенга в пограничном створе оценен в 7,19 км³, что на 34,0 % ниже по сравнению со средним многолетним значением 1979-2000 годов, равным 10,9 км³.

Годовые поступления взвешенных, трудно- и легкоокисляемых, загрязняющих и специфических органических веществ приведены в таблице 23, средневзвешенные концентрации – в таблице 24.

Представленные данные свидетельствуют о том, что на максимальных отметках сток взвешенных и трудноокисляемых органических веществ находился в 2006 г. при наибольшей водности, нефтепродуктов – в 2001 г., летучих фенолов – в 2003 и 2006 г., одинаковых по водности, СПАВ – в 2008 г.

Данные о стоке контролируемых веществ, включая биогенные элементы, для пятилетних периодов 2001-2005 гг. и 2006-2010 гг. представлены в таблице 25.

В пограничном створе среднегодовой водный сток р. Селенга сохранялся практически неизменным - 7,16 км³ в первом пятилетии, и – 7,22 км³ во втором.

Среднегодовое поступление взвешенных веществ увеличилось от 0,3 млн. т в первом пятилетии до 0,6 млн. т во втором ввиду возрастания почти в 2 раза средневзвешенной концентрации – от 48,0 мг/л (первое пятилетие) до 81,3 мг/л (второе). Поступление трудноокисляемых органических веществ увеличилось до 95,3 от 75,9 тыс. т, соответственно росту в 1,2 раза среднегодовой величины ХПК до 17,6 мг/л во втором пятилетии от 14,1 мг/л в первом.

При неизменном водном стоке в первом и втором пятилетиях в пограничном створе на одних уровнях сохранялись среднегодовые поступления растворенного кремния, общего железа, легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов. Во втором пятилетии по сравнению с первым трансграничный перенос смол и асфальтенов сократился на 25 %, летучих фенолов – на 20 %.

Среднегодовые поступления минеральных форм азота (по их сумме) сохранялись почти на одном уровне. В составе минерального азота доля аммонийного снизилась от 30,4 % (первое пятилетие) до 21,6 % (второе), доля нитратного азота повысилась, соответственно от 67,3 % до 74,8 %. Отмечен рост в 1,6 раза среднегодовой величины стока нитритного азота от 0,014 тыс. т (первое пятилетие) до 0,022 тыс. т (второе). В стоке минерального азота доля нитритов повысилась, соответственно, от 2,2 % (2001-2005 гг.) до 3,6 % (2006-2010 гг.).

Таблица 23 – Поступления взвешенных, трудно- и легкоокисляемых, нормируемых и специфических органических веществ через пограничный створ р. Селенга - п. Наушки в 2001-2010 гг.

Год	Водный сток, км куб.	Взвешенные вещества, тыс. т	Трудно-окисляемые органические вещества (в пересчете с ХПК), тыс. т	Легко-окисляемые органические вещества (по величине БПК ₅), тыс. т	Углеводороды, тыс. т			Летучие фенолы, т	СПАВ, тыс. т
					нефте-продукты,	смолы + асфальтены,	сумма		
2001	8,16	762	78,7	9,77	0,47	0,07	0,54	13	0,13
2002	5,42	131	69,6	7,36	0,18	0,02	0,20	4,1	0,02
2003	8,75	411	96,5	8,89	0,18	0,03	0,21	17	0,08
2004	6,91	260	76,0	8,83	0,16	0,02	0,18	9,4	0,10
2005	6,55	156	59,6	7,40	0,24	0,03	0,27	8,5	0,04
2006	8,80	1295	129	9,62	0,19	0,04	0,23	15	0,06
2007	6,31	140	78,6	8,23	0,24	0,03	0,27	7,4	0,05
2008	7,50	562	115	9,51	0,17	0,02	0,19	5,1	0,21
2009	6,73	400	84,1	7,72	0,23	0,01	0,24	6,4	0,09
2010	6,74	538	69,3	8,20	0,32	0,06	0,38	9,8	0,05
Среднемноголетнее значение	7,19	465	85,5	8,62	0,24	0,03	0,27	9,3	0,09

Таблица 24 – Средневзвешенные концентрации взвешенных веществ, величин ХПК и БПК₅, нормируемых и специфических органических веществ в пограничном створе р. Селенга - п. Наушки в 2001-2010 гг.

Год	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мг/л	Углеводороды, мг/л		Летучие фенолы, мкг/л	СПАВ, мг/л
				нефтепродукты	смолы + асфальтены		
2001	93,4	12,8	1,20	0,060	0,009	1,6	0,016
2002	24,2	17,1	1,36	0,033	0,004	0,8	0,004
2003	47,0	14,7	1,02	0,020	0,003	1,9	0,009
2004	37,6	14,6	1,28	0,023	0,003	1,4	0,014
2005	23,9	12,1	1,13	0,036	0,005	1,3	0,006
2006	147	19,5	1,09	0,022	0,005	1,7	0,007
2007	22,2	16,6	1,30	0,038	0,004	1,2	0,008
2008	75,0	20,4	1,27	0,023	0,002	0,7	0,028
2009	59,5	16,6	1,15	0,034	0,002	1,0	0,013
2010	79,8	13,7	1,22	0,050	0,009	1,5	0,007
Среднемноголетнее значение	64,7	15,8	1,20	0,033	0,005	1,3	0,012

Таблица 25 – Количество контролируемых веществ, поступивших через пограничный створ п. Наушки в р. Селенга

Ингредиенты	Период наблюдений	
	2001-2005 гг.	2006-2010 гг.
Взвешенные вещества, тыс. т	344	587
Трудноокисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	75,9	95,3
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т (по БПК ₅)	8,45	8,66
Нефтепродукты, тыс. т	0,24	0,23
(Смолы + асфальтены), тыс. т	0,04	0,03
СПАВ, тыс. т	0,07	0,09
Летучие фенолы, т	10,6	8,6
Фториды, тыс. т	3,72	6,13
Сумма минеральных форм азота, тыс. т	0,62	0,60
в том числе		
аммонийный азот, тыс. т	0,19	0,13
нитритный азот, тыс. т	0,014	0,022
нитратный азот, тыс. т	0,42	0,45
Общий фосфор, тыс. т	0,122	0,179
в том числе		
минеральный фосфор, тыс. т	0,029	0,050
органический фосфор, тыс. т	0,079	0,079
полифосфаты, тыс. т	0,014	0,050
Растворенный кремний, тыс. т	30,1	31,7
Общее железо, тыс. т	5,30	5,34

Среднегодовое поступление общего фосфора во втором пятилетии повысилось на 32%, до 0,179 тыс. т. В составе общего фосфора доля минерального фосфора составляла 24,0 % (первое пятилетие) и 28,0 % (второе), доля полифосфатов возросла существенно – от 11,5% в первом пятилетии до 28,0 % во втором.

3.4.3 Сравнительные данные о поступлении веществ в речное русло через пограничный створ, от притоков первого порядка и через замыкающий створ р. Селенга

Характеристики, представленные в таблицах 26 и 27, свидетельствуют о том, что в формирование водного стока в замыкающем створе р. Селенга вклады реки (пограничный створ) и ее основного по водности притока р. Чикой являются сопоставимыми – 34,9 % и 32,4 %, соответственно.

По данным, обобщенным за 2008-2010 годы, сопоставимыми оказались величины поступлений растворенного кремния и легкоокисляемых органических веществ через пограничный створ и от р. Чикой.

В сравнении с каждой из шести рек, впадающих в р. Селенга, доля переноса через пограничный створ п. Наушки была выше для летучих фенолов, СПАВ и нефтепродуктов, составляя от суммы поступлений веществ через пограничный створ и от притоков 38-41 (см. таблицу 27).

Таблица 26 – Осредненные данные о поступлении контролируемых веществ в 2008-2010 гг. в р. Селенга через пограничный створ и замыкающие створы притоков 1-го порядка

Река - пункт	Водный сток, км ³	Взвешенные Вещества, тыс. т.	Трудно-окисляемые ОВ, тыс. т.	Легко-окисляемые ОВ, тыс. т.	Нефтепродукты, тыс. т.	СПАВ, тыс. т.	Летучие фенолы, т	Минеральный азот, тыс. т.	Общий фосфор, тыс. т.	Кремний, тыс. т.	Общее железо, тыс. т.
Селенга – п. Наушки	7,00	500	89,5	8,50	0,24	0,11	7,0	0,62	0,182	35,0	5,87
Джида – ст. Джида	1,70	48,3	25,2	3,75	0,06	0,02	1,6	0,18	0,048	9,30	1,30
Темник – ул. Улан-Удунга	0,84	5,78	7,36	1,65	0,02	0,02	0,4	0,03	0,013	4,79	0,45
Чикой – с. Поворот	6,50	71,5	62,8	8,06	0,16	0,09	5,2	0,22	0,143	36,3	2,60
Хилок – з. Хайластуй	2,30	54,0	45,4	4,12	0,05	0,02	2,7	0,05	0,071	14,0	1,75
Уда – в черте г. Улан-Удэ	1,70	37,7	23,5	2,55	0,05	0,02	1,4	0,13	0,061	13,9	0,71
Куйгунка – с. Тарбагатай	0,02	1,10	0,25	0,03	< 0,01	< 0,001	< 0,1	0,02	0,002	0,10	0,01
Итого по участку РФ	20,06	718	254	29,0	0,58	0,28	18,3	1,25	0,520	113	12,7
Селенга – с. Кабанск (замыкающий створ)	20,10	603	237	33,0	0,50	0,24	16,1	1,43	0,422	110	11,0

Таблица 27 – Соотношение величин водного стока и поступлений веществ в р. Селенга через пограничный створ и замыкающие створы притоков 1 порядка (по осредненным данным 2008-2010 гг.)

Река – пункт	Водный сток, км ³	Отношение к водному стоку, %									
		Взвешенные вещества	Трудно-окисляемые ОВ	Легко-окисляемые ОВ	Нефте-продукты	СПАВ	Летучие фенолы	Минеральный азот	Общий фосфор	Кремний	Общее железо
Селенга-п. Наушки	34,9	69,6	35,2	29,7	41,4	39,3	38,3	49,6	35,0	30,9	46,4
Джида – ст. Джида	8,5	6,7	9,9	13,1	10,3	7,1	8,7	14,4	9,2	8,2	10,2
Темник – ул. Улан- Удунга	4,2	0,8	2,9	5,7	3,4	7,1	2,2	2,4	2,5	4,2	3,5
Чикой – с. Поворот	32,4	10	24,7	28,1	27,6	32,1	28,4	17,6	27,5	32,1	20,5
Хилок – з. Хайластуй	11,4	7,5	17,9	14,4	8,6	7,1	14,7	4,0	13,7	12,3	13,8
Уда – в черте г. Улан-Удэ	8,5	5,2	9,3	8,9	8,6	7,1	7,7	10,4	11,7	12,3	5,5
Куйтунка – с. Гарбагатай	0,1	0,2	0,1	0,1	< 0,1	< 0,2	0,0	1,6	0,4	< 0,1	0,1

Для взвешенных веществ доля переноса через пограничный створ оказалась максимальной - 70,0 %, для общего железа и минеральных форм азота - повышенной соответственно до 46 % и 50 %, что, по-видимому, в большей мере связано с природными условиями формирования химического состава поверхностных вод на территории сопредельного государства [13].

Сравнение суммарных оценок поступления контролируемых веществ в русло реки через пограничный створ и притоков первого порядка с выносом их через замыкающий створ (см. таблицу 26) показывает:

- при транзите по руслу реки от пограничного створа к замыкающему отмечено снижение величин стока на 16 % для взвешенных веществ, 14 % - для нефтепродуктов и СПАВ, на 12 % - для летучих фенолов и 7,0 % - для трудноокисляемых органических веществ;

- отмечено увеличение величин стока для легкоокисляемых органических веществ на 12 %, минеральных форм азота – на 13 %.

Представленные данные свидетельствуют, как о процессах самоочищения от загрязняющих веществ (летучих фенолов), так и процессах перехода части веществ (взвеси, трудноокисляемые органические вещества) в донные отложения. Часть нефтепродуктов и СПАВ могла сорбироваться на взвешенных веществах, оседая в донных отложениях реки до замыкающего створа.

Увеличение при транзите к замыкающему створу стока легкоокисляемых органических веществ и минеральных форм азота может свидетельствовать о влиянии на поступление этих контролируемых веществ в реку, как организованных сбросов сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства, так и неорганизованных сбросов и поверхностного стока с территории водосбора в нижнем течении реки.

3.4.4 Сток веществ через замыкающие створы основных притоков оз. Байкал

Сведения о среднемноголетних (2001-2010 гг.) величинах стока веществ через замыкающие створы рек Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тья, основных по водности и наиболее изученных притоков оз. Байкал, представлены в таблицах 28 и 29.

Величины поступлений веществ с водным стоком пяти изученных рек составляли: 4,5 млн. т растворенных минеральных веществ (по сумме главных ионов), 0,82 млн. т взвешенных веществ, 0,41 млн. т трудноокисляемых и 57,0 тыс. т легкоокисляемых органических веществ. Вклад р. Селенга в поступления веществ от 5 рек составлял 84,4 % (взвешенные вещества), 65 % (растворенные минеральные вещества), по 59 % для трудно- и легкоокисляемых органических веществ.

Поступление углеводородов составляло 1,44 тыс. т, в том числе – 1,26 тыс. т нефтепродуктов и 0,18 тыс. т смол и асфальтенов, вклады р. Селенга были равны 39,7 % (нефтепродукты) и 56,9 % (смолы +асфальтены). Среднее многолетнее поступление СПАВ оценено в 0,44 тыс. т, летучих фенолов – в 45 т, вклады р. Селенга составляли, соответственно, 56,8 % и 64,7 %.

Средняя многолетняя величина поступления растворенного кремния - 158 тыс. т, общего железа – 20,2 тыс. т, вклады р. Селенга в их стоке от 5 рек были равны 62 % (кремний) и 64 % (общее железо).

Поступление минерального азота оценено в 3,17 тыс. т, общего фосфора – в 0,78 тыс. т, вклады р. Селенга в их стоке составляли 63,4 % (минеральные формы азота) и 58,4 % (формы фосфора). В поступлениях от изученных рек доля р. Селенга была максимальной в стоке нитритного азота, достигая 75 %, в стоке полифосфатов составляла 62 %.

Таблица 28 – Средние многолетние поступления контролируемых веществ через замыкающие створы притоков оз. Байкал за период 2001-2010 гг.

Река-пункт	Водный сток, км. куб.	Сумма растворенных минеральных веществ, тыс. т	Взвешенные вещества, тыс. т	Трудно-окисляемые органические, тыс. т	Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т	Углеводороды		Летучие фенолы, т	СПАВ, тыс. т
						нефте-продукты, тыс. т	смолы + асфальтены, тыс. т		
Селенгас. Кабанск	20,79	2900	694	243	33,7	0,50	0,103	29	0,25
Баргузин п. Баргузин	4,27	588	43,6	55,9	4,35	0,25	0,026	3,8	0,04
Туркас. Соболиха	1,84	83,4	10,9	16,0	3,22	0,07	0,007	1,5	0,02
Верхняя Анггарас. В. Заимка	9,83	796	65,9	87,5	13,6	0,38	0,039	8,8	0,12
Тыя – г. Северобайкальск	1,29	87,2	7,87	10,7	1,95	0,06	0,006	1,7	0,01

Таблица 29 – Средние многолетние поступления биогенных веществ через замыкающие створы притоков оз. Байкал за период 2001-2010 гг.

Река-пункт	Биогенные вещества, тыс. т									
	Минеральные формы азота				Формы фосфора				Кремний	Железо общее
	аммонийный	нитритный	нитратный	Сумма	минеральный	органический	полифосфаты	общий		
Селенгас. Кабанск	0,620	0,042	1,35	2,01	0,083	0,270	0,104	0,457	97,7	12,9
Баргузин п. Баргузин	0,137	0,004	0,128	0,27	0,038	0,056	0,026	0,120	14,5	2,48
Туркас. Соболиха	0,040	0,002	0,068	0,11	0,006	0,016	0,006	0,028	10,1	0,53
Верхняя Анггарас. В. Заимка	0,206	0,007	0,462	0,68	0,029	0,098	0,029	0,156	32,4	3,93
Тыя – г. Северобайкальск	0,028	0,001	0,075	0,10	0,006	0,013	0,003	0,022	3,10	0,34

Сравнение полученных оценок водного и химического стока наиболее изученных рек, впадающих в Байкал, показывает, что в 2001-2010 гг. р. Селенга, главный приток, оставалась поставщиком основной массы контролируемых веществ в озеро.

4 Оценка поступления загрязняющих веществ на территорию России через трансграничные с Монголией створы рек бассейна р. Селенга

4.1 Перенос химических веществ речным стоком через границу с Монголией в 2001–2010 гг.

Перенос химических веществ трансграничными реками бассейна Селенги через границу с Монголией рассчитан в пунктах наблюдений обеспеченных гидрологической информацией (р. Селенга п. Наушки, р. Киран с. Киран) по формуле (1). Для расчетов взяты средняя арифметические концентрации веществ за i -тый расчётный период, мг/л или мкг/л.

В качестве расчетных периодов использованы объединенные периоды половодья и паводков, а также межени. В случае невысокой периодичности гидрохимических наблюдений для расчета использовано значение объема стока за год без деления его на внутригодовые сезоны. Содержание органического вещества рассчитано по величинам значений ХПК.

В 2001–2010 гг. перенос загрязняющих веществ через границу рассчитан для рек Селенга и Киран, результаты представлены в таблице Б.1 приложения Б. Перенос веществ рекой Менза не рассчитан в связи с отсутствием наблюдений за расходами воды в пункте наблюдений.

В 2001–2010 гг. основное количество загрязняющих веществ перенесено через границу в Россию самой многоводной р. Селенга (65–83 % водного стока из Монголии).

В порядке убывания величин переноса загрязняющие вещества за этот период можно расположить в последовательности: органические вещества (рассчитанные по ХПК), общее железо, минеральный азот, нефтепродукты, общий фосфор, соединения цинка и меди, летучие фенолы, соединения шестивалентного хрома и никеля.

При изучении динамики переноса веществ со стоком р. Селенга за два пятилетних периода выявлено следующее.

В 2001–2005 гг. максимальное количество минерального азота, общего фосфора, нефтепродуктов р. Селенга перенесено из Монголии в 2001 г., органических веществ, общего железа и фенолов – в 2003 г. (т.е. в наиболее многоводные годы); соединений меди и цинка – в среднем по водности 2004 г.

Минимальный перенос соединений цинка и фенолов этой рекой наблюдался в самом маловодном 2002 г.; остальных определяемых веществ – в средние по водности годы; минерального

азота, общего фосфора, нефтепродуктов – в 2004 г., органических веществ, соединений общего железа и меди – в 2005 г.

В течение первого пятилетнего периода перенос органических веществ, минерального азота, общего железа в большей мере согласовывался с изменением водности р. Селенга.

В конце рассматриваемого периода при уменьшении водного стока реки по сравнению с 2001 г. в 1,2 раза отмечено уменьшение переноса всех веществ, кроме аммонийного азота: общего фосфора, соединений цинка, фенолов, минерального азота в 1,2–1,3 раза, органических веществ, общего железа в 1,6–2,1 раза, соединений меди и нефтепродуктов соответственно в 2,4 и 3,5 раза. Поступление аммонийного азота возросло в 1,4 раза. Существенные колебания в переносе отдельных веществ связаны главным образом с изменением уровня загрязненности воды этими веществами.

В течение рассматриваемого пятилетнего периода динамика переноса минеральных форм азота, общего фосфора, соединений меди и цинка р. Селенга была более сложной и неоднозначной.

При значительной изменчивости величин переноса загрязняющих веществ по годам, в многолетнем плане структура стока минерального азота оставалась стабильной: в стоке заметно преобладал нитратный азот.

Во втором пятилетнем периоде наиболее высокий перенос р. Селенга общего фосфора, общего железа и фенолов отмечен в многоводном 2006 г., органических веществ, соединений меди и цинка – в 2009 г., минерального азота, нефтепродуктов, соединений никеля и шестивалентного хрома – в 2010 г.

Минимальное количество органических веществ, соединений цинка, никеля, шестивалентного хрома в 2005–2010 гг. поступило на территорию России в самом маловодном 2007 г., нефтепродуктов – в многоводном 2006 г., минерального азота, общего фосфора, общего железа – в среднем по водности 2009 г., соединений меди – также в среднем по водности 2010 г.

Во втором пятилетнем периоде перенос нефтепродуктов согласовывался с изменением водности р. Селенга.

Динамика переноса загрязняющих веществ через границу р. Селенга была различна.

При снижении водного стока р. Селенга в 2010 г. по сравнению с 2006 г. на 23 % (в 1,3 раза) произошло уменьшение переноса общего фосфора. Поступление из Монголии соединений цинка уменьшилось в 1,1 раза, органических веществ, фенолов и общего железа – в 1,5–1,9 раза, соединений меди – в 3 раза; нефтепродуктов, минерального азота возросло в 1,7–2,3 раза.

Значительные изменения в переносе отдельных веществ р. Селенга обусловлены изменением среднегодовых концентраций этих веществ в воде.

Колебания значений переноса загрязняющих веществ с водой р. Селенга в 2006–2010 гг. не отразилось на структуре стока минерального азота: среди соединений азота, как правило, домини-

нировал нитратный азот. Лишь в 2008 г. в стоке минерального азота вместо нитратного незначительно преобладал аммонийный азот.

В целом во втором пятилетнем периоде по сравнению с первым при неизменной суммарной водности реки перенос органических веществ, кремния, соединений меди и общего фосфора возрос в 1,1–1,4 раза, соединений цинка – в 1,9 раза; общего железа, фенолов и нефтепродуктов снизился в 1,1–1,3 раза, минерального азота – в 1,6 раза.

Маловодная р. Киран (0,19–0,60 % водного стока из Монголии) перенесла на территорию России в 2001–2010 гг. незначительное количество загрязняющих веществ (см. таблицу Б.1, приложение Б). Перенос веществ этой рекой, как правило, не превышал десятых долей процента от суммарного их поступления из Монголии и лишь для некоторых веществ в отдельные годы достигал нескольких процентов.

В порядке уменьшения величин переноса, определяемые вещества за десятилетний период располагались в следующей последовательности: органические вещества, общее железо, минеральный азот, общий фосфор, нефтепродукты, соединения цинка и меди, фенолы.

В 2001–2005 гг. водный сток р. Киран варьировал в незначительных пределах: от 0,027 до 0,035 км³.

Максимальное количество преобладающей части загрязняющих веществ за рассматриваемый период перенесено через границу со стоком реки в наиболее многоводном 2001 г., минерального азота, соединений цинка и нефтепродуктов – в 2002, 2003 и 2004 гг. соответственно.

Минимальный перенос фенолов и соединений меди наблюдался в 2002 г., минерального азота, нефтепродуктов – в 2003 г., органических веществ, общего фосфора и общего железа – в 2004 г., соединений цинка – в многоводном 2001 г.

В 2001–2005 гг. перенос общего фосфора и общего железа в большей мере согласовывался с изменением водности р. Киран.

Динамика переноса загрязняющих веществ рекой в течение рассматриваемого периода была неоднозначна.

В 2005 г. при снижении водности р. Киран на 17 % (в 1,2 раза) по сравнению с 2001 г. произошло уменьшение переноса соединений меди, общего железа в 1,3–1,5 раза, органических веществ, общего фосфора и фенолов – в 2,3–2,5 раза, нефтепродуктов – в 7,5 раза и увеличение переноса минерального азота и соединений цинка соответственно в 1,3 и 5,5 раза.

Внутри рассматриваемого пятилетнего периода более изменчив перенос минерального азота и нефтепродуктов.

Приоритетным фактором в существенном изменении значений переноса отдельных веществ была концентрация их в воде.

Несмотря на большую изменчивость величин переноса загрязняющих веществ в 2001–2005 гг., структура стока минерального азота осталась стабильной: в переносе соединений азота заметно преобладал нитратный азот.

В 2006–2010 гг. водный сток р. Киран изменялся от 0,020 до 0,031 км³.

Самый высокий перенос через границу минерального азота, общего фосфора, общего железа и фенолов отмечен в более многоводном 2006 г., соединений меди и шестивалентного хрома – в маловодном 2009 г., других веществ – в средние по водности годы; органических веществ и нефтепродуктов в 2007 г., соединений цинка в 2008 г.

Минимальное поступление из Монголии общего фосфора с водой р. Киран наблюдалось в маловодном 2009 г., соединений цинка – в многоводном 2006 г., общего фосфора и фенолов – в 2007 г., минерального азота и нефтепродуктов – в 2008 г., органических веществ, общего железа, соединений меди и шестивалентного хрома – в 2010 г. (т.е. в средние по водности годы).

Во втором пятилетнем периоде перенос общего фосфора хорошо согласовывался с изменением водного стока р. Киран. Для остальных веществ такой четкой зависимости не прослеживалось.

При снижении водности реки в 2010 г. по сравнению с 2006г. в 1,2 раза динамика переноса веществ имела разную направленность: поступление на территорию России общего фосфора, органических веществ уменьшилось в 1,3–1,4 раза, фенолов, соединений меди и минерального азота – в 2–2,3 раза, общего железа – в 5 раз; поступление соединений цинка и нефтепродуктов возросло соответственно в 1,5 и 2,7 раза.

Во втором пятилетнем периоде по сравнению с первым в переносе соединений азота произошли изменения только в 2007 г., здесь вместо нитратного азота доминировал аммонийный азот.

При снижении суммарного водного стока р. Киран в 2006–2010 гг. по сравнению с 2001–2005 гг. на 18 % (в 1,2 раза) наблюдалось уменьшение переноса практически всех определяемых загрязняющих веществ: органических веществ, общего фосфора, общего железа в 1,1–1,3 раза, минерального азота, нефтепродуктов и летучих фенолов соответственно в 1,6; 4,6 и 1,9 раза. Лишь поступление соединений меди и цинка возросло в 1,1 раза.

Общим для рек Селенга и Киран было отсутствие переноса через границу хлорорганических пестицидов (концентрации этих веществ в воде были ниже предела их обнаружения используемой методикой).

Характерной особенностью указанных рек также являются высокие значения переноса общего железа, значительно превышающие перенос минерального азота и общего фосфора.

5 Оценка состояния, тенденций и динамики загрязненности поверхностных вод бассейна р. Селенга и других трансграничных с Монголией рек

5.1 Формирование химического состава воды р. Селенга и рек ее бассейна

Бассейн р. Селенга расположен в центре евразийского континента, в зоне мирового водораздела бассейнов Северного Ледовитого, Тихого океанов и бессточного бассейна Центральной Азии и характеризуется преимущественно горным рельефом. В пределах Монголии он включает южные отроги Саян (гора Прихубсугуля), северные склоны хр. Хангай, западную часть хр. Хэнтэй, среднегорную страну, заключенную между горными массивами Прихубсугуля и хребтами Хангай и Хэнтэй. На территории России основную часть бассейна занимает Селенгинское среднегорье, хребты горной системы Хамар-Дабана на западе, а также хребты Хэнтэй-Чикойского нагорья, Яблоновый и др. – на востоке.

В физико географическом отношении территория селенгинского бассейна представлена тремя областями – Байкало-Джугджурской горнотаежной, Южно-Сибирской горной и Центрально-азиатской пустынно-степной [20, 21].

В ландшафтном отношении бассейн р. Селенга находится в области таежной и степной природных зон, что предопределяет высокий уровень биологического разнообразия и повышенной чувствительности к внешним воздействиям. Бассейн Селенги разделяется межгосударственной границей на две неравнозначные части. Большая по протяженности и водосбору верхняя часть р. Селенги находится на территории Монголии, нижняя – на территории России (таблица 30) [22].

Таблица 30 – Гидрографическая характеристика р. Селенги

Показатель	Монголия	Российская Федерация	Всего
Длина, км	615,0	409,0	1024,0
Площадь водосбора, тыс.км ²	299,0	148,1	447,1
Доля от общей площади водосбора оз. Байкал, %	55,4	27,4	82,8
Среднегодовой объем речного стока в замыкающем створе, км ³	14,1	32,5	32,5
Доля общего притока воды в оз. Байкал, %	23,3	28,8	52,1

5.1.1 Река Селенга

Река Селенга – главный приток оз. Байкал, берет начало на территории Монголии, где образуется при слиянии рек Идэр и Мурэн, стекающих соответственно с северного склона нагорья Хинган и восточного склона хр. Улан-Тайга. Длина р. Селенга с учетом р. Идэр достигает 1480 км. На территории РФ длина реки составляет 409 км, площадь бассейна равна 447060 км², что составляет 76 % водосборной территории Байкала. Ширина реки в межень – 50-150 м, в паводки – 200-500 м. В русле имеется множество островов.

По территории Монголии р. Селенга течет на восток, после пересечения государственной границы круто поворачивает на север и впадает в оз. Байкал у с. Кудары. При впадении в озеро образует обширную дельту.

На территории России расположено 148 тыс. км² площади бассейна Селенги. Самые крупные притоки Селенги впадают справа: р. Орхон, длиной 1124 км, полностью находится на территории Монголии; р. Хилок, длиной 840 км, полностью расположена на территории России; р. Чикой на протяжении всей своей длины (769 км) течет по России, на участке среднего течения (около 70 км) является пограничной рекой между Россией и Монголией.

По данным гидрологического поста «разъезд Мостовой», среднемноголетний годовой объем стока р. Селенга равен 28,7 км³, наибольший объем – 46,4 км³, наименьший – 16,3 км³. Среднемноголетний годовой расход объема стока р. Селенга равен 923 м³/сек, наибольший, составивший 7620 м³/с был зафиксирован 11 июня 1936 г., наименьший - при летнем стоке (свободном ото льда русле) 6-7 июля 1969 г. – 518 м³/сек, при зимнем стоке 11 февраля 1936 г. – 30,9 м³/сек [23, 24].

Основные притоки Селенги: Джида, Темник, Чикой, Хилок, Уда. Общее количество рек, протекающих в бассейне Селенги в пределах РФ равно 17275, их суммарная длина составляет 68969 км.

В пределах России водосбор р. Селенга расположен на территории Селенгинской Даурии, примыкающей к Хангайскому и Хэнтэйскому горным массивам. На западе бассейн ограничен оконечностью Восточно-Саянских гор, на востоке отрогами Яблонового хребта. Восточная часть бассейна охватывает правобережные притоки р. Селенги – реки Уда, Хилок Чикой. Центральная часть бассейна охватывает территорию, примыкающую к обоим берегам Селенги; западная – верхнее и среднее течение левобережных притоков – рек Джида и Темник. Речная сеть хорошо развита. На территории бассейна расположено много озер, имеющих преимущественно небольшие размеры. Наиболее значительное озеро Гусиное, расположено в междуречье р. Темник и р. Селенга.

Основными фазами водного режима реки являются весеннее половодье, летне-осенние дождевые паводки и зимняя межень. Весеннее половодье начинается в конце марта – начале апреля, заканчивается в середине – конце июня. Наибольшие подъемы уровня воды наблюдаются обычно во время густого ледохода или заторов льда. Объем стока за период половодья составляет 20-40 % годовой величины.

Паводочный период продолжается с июня до конца октября (в отдельные годы до наступления ледостава). За этот период по реке проходит от 3 до 5 паводков.

Летне-осенняя межень наблюдается в очень маловодные годы, когда ее продолжительность достигает 90-100 дней. В другие годы отмечаются лишь кратковременные периоды с низким стоком, наблюдающиеся между отдельными паводками. Суммарная их продолжительность составляет 35-40 дней. Зимняя межень характеризуется низким стоком, продолжительность которой в среднем со-

ставляет около 140 дней. Внутри года сток распределен крайне неравномерно: 80-85 % его проходит в апреле-сентябре; 12-14 % - в октябре-ноябре; 3-4 % - в зимний период (декабрь-март) [25].

В верхнем течении на территории Монголии р. Селенга имеет горно-степной характер. Берега реки низкие, русло песчано-галечное с многочисленными перекатами. Такой же характер река сохраняет и в пределах России, примерно до г. Улан-Удэ. Долина реки характеризуется наличием котлованообразных расширений с узкими, более или менее прямолинейными участками. Ширина долины в районах сужений 2-3 км, в расширенных участках увеличивается до 15-25 км, где река нередко распадается на большое число отдельных проток. Только в 40 км от Байкала, прорезая хребет Хамар-Дабан, река входит в русло с высокими берегами.

Значительная часть бассейна р. Селенги принадлежит Селенгинскому среднегорью, для которого характерны вытянутые в северо-восточном направлении хребты. В пределах Селенгинского среднегорья четвертичные отложения представлены преимущественно песками, супесями и мелкозернистыми лессовидными породами, которые имеют широкое распространение в междуречье р. Селенга и р. Чикой, низовьях р. Хилок, в долине р. Уда. Четвертичные базальты встречаются в междуречьях р. Селенга и р. Чикой; р. Чикой и р. Хилок, а также в верховьях р. Уда. Низкие речные террасы и поймы рек сложены аллювиальными отложениями. В долинах рек Селенга, Джиды, Чикой, Хилок, Уда, Темник аллювий характеризуется песчано-гравийно-галечным и песчано-глинистым составом.

На формирование и режим поверхностных вод известное влияние оказывает региональная тектоника. Характерной особенностью территории бассейна Байкала является высокая сейсмичность, в меньшей степени проявляющаяся в Селенгинском среднегорье.

Почвы бассейна Селенги формируются под воздействием сложного комплекса природно-климатических условий. Специфичность почв Забайкалья проявляется в относительно небольшой мощности гумусового горизонта, длительном нахождении в мерзлом состоянии, глубоком промерзании и сильном выхолаживании верхних горизонтов зимой. В южной части дельты Селенги, в верховьях рек Джиды и Темник распространены болотные мерзлотные почвы.

Бассейн оз. Байкал относится в основном к лесостепной и лесной зонам. Однако значительная расчлененность территории и наличие межгорных впадин обусловили высотную поясность в распределении растительного покрова. Наиболее обширные участки, покрытые степной растительностью, расположены в Баргузинской впадине и в пределах Селегинского среднегорья в бассейнах рек Джиды, Гусиноозерской впадине, в долинах рек Селенга, Чикой, Хилок, Уда и их притоков. Сухая степь, горная тайга, лесостепь характерны для р. Темник, лиственный лес с прилесьем – для верхнего течения р. Чикой. Степные и лесостепные массивы широко используются в сельском хозяйстве в качестве пашен, сенокосов и пастбищ. Реки служат приемниками и разбави-

телями промышленных и бытовых сточных вод. Наибольшее количество промышленных и коммунальных предприятий расположено на р. Селенге и ее притоках – Джида, Чикой и Уда.

Леса в зоне горной тайги имеют большое водорегулирующее значение, они предохраняют почвы от размыва во время снеготаяния и летних дождевых паводков. Сплошные рубки леса способствуют уменьшению естественной зарегулированности водного стока и пересыхания рек.

Климатические условия и осадки в бассейне Селенги определяются характером циркуляции атмосферы и радиационного режима, а также строением поверхности и воздействием водных масс озера Байкал на прибрежные районы. Наименьшее количество осадков выпадает в долинах рек Селенга и Уда Баргузинской котловины и на побережье оз. Байкал в районе о. Ольхон и дельты р. Селенга.

Подходя к Байкалу, р. Селенга образует обширную дельту, выступающую в озеро полукругом протяженностью вдоль береговой линии озера до 60 км. Дельта площадью около 1120 км² состоит из множества протоков и островов, образовавшихся в значительной степени из наносов реки. Ежегодно р. Селенга сбрасывает в Байкал в среднем 2,7 млн. тонн твердого стока, постоянно наращивая площадь дельты. Именно напротив дельты Селенги отмечено самое близкое расстояние между противоположными берегами оз. Байкал – 26 км.

Селенгинское побережье оз. Байкал – район распространения аккумулятивных берегов, имеющих наибольшую протяженность, состоящих из внешнего края дельты Селенги, кос или баров, отчленяющих от озера соры (лагуны): залив Провал, расположенный к северо-востоку от дельты Селенги и залив Сор Черкалов, находящийся к юго-западу от нее.

Наблюдается неравномерный прирост дельты р. Селенга на различных ее участках, значительно увеличилась площадь дельты за период с 1893 по 1950 гг. Дельта за это время приобрела эллипсовидную форму, вытянутую в западном и северо-восточном направлениях и сжатую на севере. Наибольший рост дельты происходит в северо-восточном секторе, направленный в залив Провал, особенно в районе протоки Лобановский; в отдельные периоды рост дельты достигал нескольких десятков метров в год. С меньшей скоростью выдвигается западный сектор дельты Селенги, направленный в залив Сор Черкалов. Относительно стабилен в отношении роста северный сектор дельты, расположенный между протоками Средняя и Северное устье.

Питается река преимущественно атмосферными осадками (за счет дождей). Снеговое питание в связи с малоснежностью зим в бассейне Селенги имеет подчиненное значение. Поэтому весенние паводки на реке выражены слабо, летние в августе достигают большой мощности, повышая уровень реки в нижнем течении на 2-4, иногда до 6 м.

5.1.2 Половодье

В весенний период с переходом температуры воздуха к положительным значениям и началом снеготаяния на реках бассейна Селенги формируется половодье. Начинается оно в первой половине апреля, наибольшего развития достигает в начале мая и заканчивается в конце мая – середине июня.

Продолжительность половодья на больших и средних реках составляет 60-100 дней, а на малых водотоках, протекающих в лесостепной зоне, не превышает 15-20 дней, при этом наблюдается общее увеличение продолжительности половодья в направлении с юга на север. На формирование половодья влияют также высота и расчлененность местности, экспозиция склонов и характер растительности. В высокогорной зоне, на северных и затененных склонах, в глубоких ущельях и пядях процесс снеготаяния нередко продолжается до середины, а иногда и до конца лета. В зависимости от развития синоптических процессов, определяющих дружность весны, сроки прохождения половодья могут на 10-20 дней сдвигаться в ту или иную сторону относительно средних значений за многолетний период.

Основное значение в формировании стока половодья имеют весенние запасы воды в снежном покрове. В соответствии с их пространственным изменением доля талых вод в годовом стоке постепенно увеличивается с юга на север (с 10-20 % в самых южных районах до 50-60 % в северных). В ряде случаев эта закономерность несколько нарушается под влиянием местных особенностей (высоты местности, экспозиции горных склонов и других факторов).

В большинстве случаев половодье проходит одной волной, более четко выраженной в северных районах. Вследствие неравномерности процесса снеготаяния, обусловленного колебаниями температуры воздуха, а также в результате выпадения жидких осадков, в весенне-летний период гидрограф половодья на реках бассейна Селенги приобретает гребенчатый вид.

На малых реках в весенний период четко проявляется суточный ход стока воды, который определяется неравномерностью снеготаяния в разные часы суток и временем добега талых вод по склонам и в руслах рек.

В период половодья максимальные расходы воды на реках северных районов равны или несколько ниже максимальных расходов дождевых паводков; в южных и юго-восточных районах они значительно уступают последним. В отдельные малоснежные годы, особенно в степной и лесостепной зонах, половодье выражено менее четко.

Весенний подъем уровней на больших и средних реках продолжается в течение 20-30 дней (иногда до 40 дней); наибольшая интенсивность его в это время достигает 1-1,5 м в сутки. На высоту подъема уровня воды большое влияние оказывают заторы льда, которые особенно часто наблюдаются на реках Чикой, Селенга, Менза, Хилок, Уда и др. Подъем уровней воды в этих реках в отдельные дни достигает 2,0-4,4 м. Спад происходит более замедленно, но во время разрушения заторов интенсивность его составляет 1,5-2,0 м; на р. Селенге – 4,0-4,5 м в сутки.

Амплитуда колебаний уровней воды за период половодья на малых и средних водотоках, как правило, не превышает 1,5-2,5 м, на больших достигает – 3-5 м.

В многоводные годы, когда в весенне-летний период выпадает большое количество осадков, непрерывно следующие друг за другом дождевые паводки накладываются на половодье, часто сли-

ваются с ним и обуславливают в течение всего теплого периода повышенную водность рек. Четко выраженную форму гидрограф половодья имеет в годы со слабым развитием циклонической деятельности, когда отсутствуют дожди и на реках в летне-осенний период устанавливается межень.

5.1.3 Паводки

Паводочный сезон обычно наступает в начале лета, на спаде половодья или сразу после его окончания, затем с небольшими перерывами продолжается практически в течение всего летне-осеннего периода. В отдельные годы паводки проходят в апреле-мае, в этих случаях они образуют вместе с талыми водами смешанное снего-дождевое половодье. Общая продолжительность паводочного периода на реках южных районов в среднем составляет 3-4, в северных – 2-3 месяца. В отдельные многоводные годы паводочный сезон может продолжаться почти в течение всего теплого периода.

Во время паводочного периода на реках бассейна Байкала проходит значительная часть стока, величина которого в южных и юго-восточных районах (бассейн Селенги) составляет в среднем 60-80 %, в центральных и северных – 30-40 % годового объема. В многоводные годы доля паводочного стока увеличивается, достигая 70-90 % на юге и 50-60 на севере. В маловодные годы величина дождевого стока уменьшается соответственно до 10-30 и 2-10 %.

Водный режим рек в течении паводочного периода отличается крайней неустойчивостью. Наряду с паводками различной величины отмечаются периоды с относительно низкой водностью рек, а в отдельные годы – с прерывистой летне-осенней меженью. Дождевые паводки имеют различные размеры и форму, иногда они накладываются друг на друга и образуют многовершинные паводочные волны. Наиболее высокие паводки в году наблюдаются в июле и августе, когда на хорошо увлажненную дождями почву выпадают значительные по продолжительности и интенсивности осадки. На паводочный режим отдельных водотоков существенное влияние оказывают местные, а зональные факторы.

5.1.4 Летне-осенняя межень

Летне-осенняя межень наблюдается в маловодные годы, когда после прохождения половодья на реках бассейна Селенги отмечается устойчивая пониженная водность. В другие годы к летне-осенней межени условно относят непродолжительные периоды с пониженным водным стоком, наблюдающиеся между отдельными паводками. В годы с повышенной водностью периоды с низким стоком в течение летне-осеннего сезона вообще отсутствуют. Непродолжительные периоды с низким стоком между отдельными паводками могут наблюдаться в любом месяце после прохождения половодья.

На реках степной и лесостепной зон (бассейн Селенги) в некоторые годы межень отмечается даже в апреле и мае. Суммарная продолжительность прерывистых меженных периодов за время открытого русла на больших реках составляет в среднем 1-2 месяца; на средних и малых водото-

ках не превышает 1-1,5 месяца. Длительность отдельных межпаводочных периодов изменяется в основном от нескольких дней до 20-30 суток.

Несмотря на относительную кратковременность летне-осенней межени сток ее в годовом объеме составляет заметную долю: в средний по водности год - 6-15 %; на реках с повышенной естественной зарегулированностью – 20-30 %. Пересыхание рек в летнее время происходит сравнительно редко и наблюдается, в основном, на малых водотоках бассейна Селенги, протекающих в степной и лесостепной зонах. В отдельные, исключительно маловодные годы, продолжительность периодов с отсутствием стока на этих реках достигает 200-300 дней.

5.1.5 Зимняя межень

Наиболее длительной и маловодной фазой водного режима рек является зимняя межень. Устанавливается она обычно в конце октября или первой половине ноября. На р. Селенга зимняя межень наступает на 10-15 дней позже. Заканчивается на реках юго-восточной части бассейна в первой половине апреля, в северных и высокогорных районах – в конце апреля или середине мая.

Средняя продолжительность зимнего меженного периода изменяется от 140-160 дней в бассейне Селенги, до 200-220 дней в высокогорной зоне северных районов. В зависимости от разных синоптических процессов, определяющих сроки наступления и окончания холодного времени года, длительность зимней межени в отдельные годы может на 20-30 дней отклоняться от среднего значения.

Водный режим рек в период зимней межени отличается наибольшей в году устойчивостью, так как питание рек осуществляется исключительно за счет подземных вод. В период установления ледостава наблюдается резкое снижение водности рек; в последующие месяцы, до конца февраля- начала марта происходит медленное уменьшение водного стока. В отдельные годы, особенно в северных районах, наименьшие расходы воды наблюдаются в апреле.

Сток воды в период зимней межени незначителен и составляет от 2 % до 5 % годового объема воды. Такое низкое значение зимнего стока обусловлено в основном широким распространением в пределах бассейна островной и сплошной многолетней мерзлоты и глубоким сезонным промерзанием почво-грунтов, которое в свою очередь зависит от низких температур воздуха и небольшого количества зимних осадков.

Низкая водность рек и суровые климатические условия в холодное время года приводят к тому, что многие средние и малые водотоки зимой промерзают, сток воды прекращается на длительное время. Наиболее часто это явление проявляется в бассейне Селенги, где ежегодно промерзают реки с площадью водосбора до 5000 км², а эпизодически – до 40000 км².

Продолжительность периода отсутствия стока зимой колеблется от нескольких недель до 3-4 месяцев. Определяется она в основном гидрогеологическими и гидромерзлотными особенностями речных бассейнов, при этом отмечается уменьшение продолжительности периода с промерзанием по мере увеличения площади водосбора. На многих реках в зимнее время образуются наледи.

В бассейне Селенги гидрохимической службой ГСН Росгидромета проводятся наблюдения в 35 створах, из них относятся к категории II- 6, III- 12; IV- 17, определяющей в течение года частоту отбора проб и программу наблюдений. 4 притока Селенги являются трансграничными с Монголией: р. Селенга пос. Наушки; р. Чикой с. Чикой; р. Менза с. Укыр; р. Киран с. Киран (рисунок 5) [26].

Основное влияние на формирование химического состава воды рек бассейна Селенги и их гидрохимический режим оказывает климат, отличительной чертой которого является резкая континентальность, а также чрезвычайно сложное распределение осадков по территории бассейна. В последние десятилетия на качество поверхностных вод Селенги оказывает влияние антропогенный фактор.

В южной части бассейна реки питаются преимущественно дождевыми, на севере тальми водами. Несмотря на значительное распространение многолетнемерзлых пород сравнительно большое участие в питании рек бассейна принимают подземные воды. Многолетняя мерзлота, которая имеет островной и сплошной характер распространения, препятствует образованию значительных запасов грунтовых вод или ограничивает (но не исключает полностью) их взаимодействие с поверхностными. Некоторые реки питаются подземными водами более глубоких водоносных горизонтов, что обеспечивает образование наледей. Роль наледей сводится к сокращению стока рек в зимнее время за счет временной аккумуляции подземных вод и в некотором увеличении объема весеннего и летнего стока.

Ионный состав и минерализация воды в период половодья и летне-осенних дождевых паводков зависит от характера и степени засоленности почвенного покрова речных бассейнов, по поверхности которых стекают дождевые и снеговые воды.

В бассейне Селенги формируются гидрокарбонатно-кальциевые более минерализованные по сравнению с другими притоками Байкала воды рек, дренирующие каштановые и черноземные почвы. Эти почвы характеризуются значительным содержанием карбонатов и малым содержанием легкорастворимых солей.

На рисунках 6-24 показано распределение среднемноголетних концентраций и динамика среднемноголетних сезонных величин минерализации главных ионов в бассейне р. Селенга и трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея). В период летне-осенней межени минерализация воды реки незначительно выше, чем во время половодья и паводков.

Период зимней межени характеризуется наибольшими величинами минерализации, хотя абсолютные величины не превышают 300 мг/л, что может быть объяснено геологическими и гидрологическими условиями территории [3-12]. Район сложен преимущественно трудновыщелачиваемыми, изверженными и метаморфическими породами (граниты, базальты, кристаллические сланцы и др.). Поверхностные воды, имеющие связь в данном случае с маломинерализованными подземными водами, также характеризуются невысокой минерализацией.

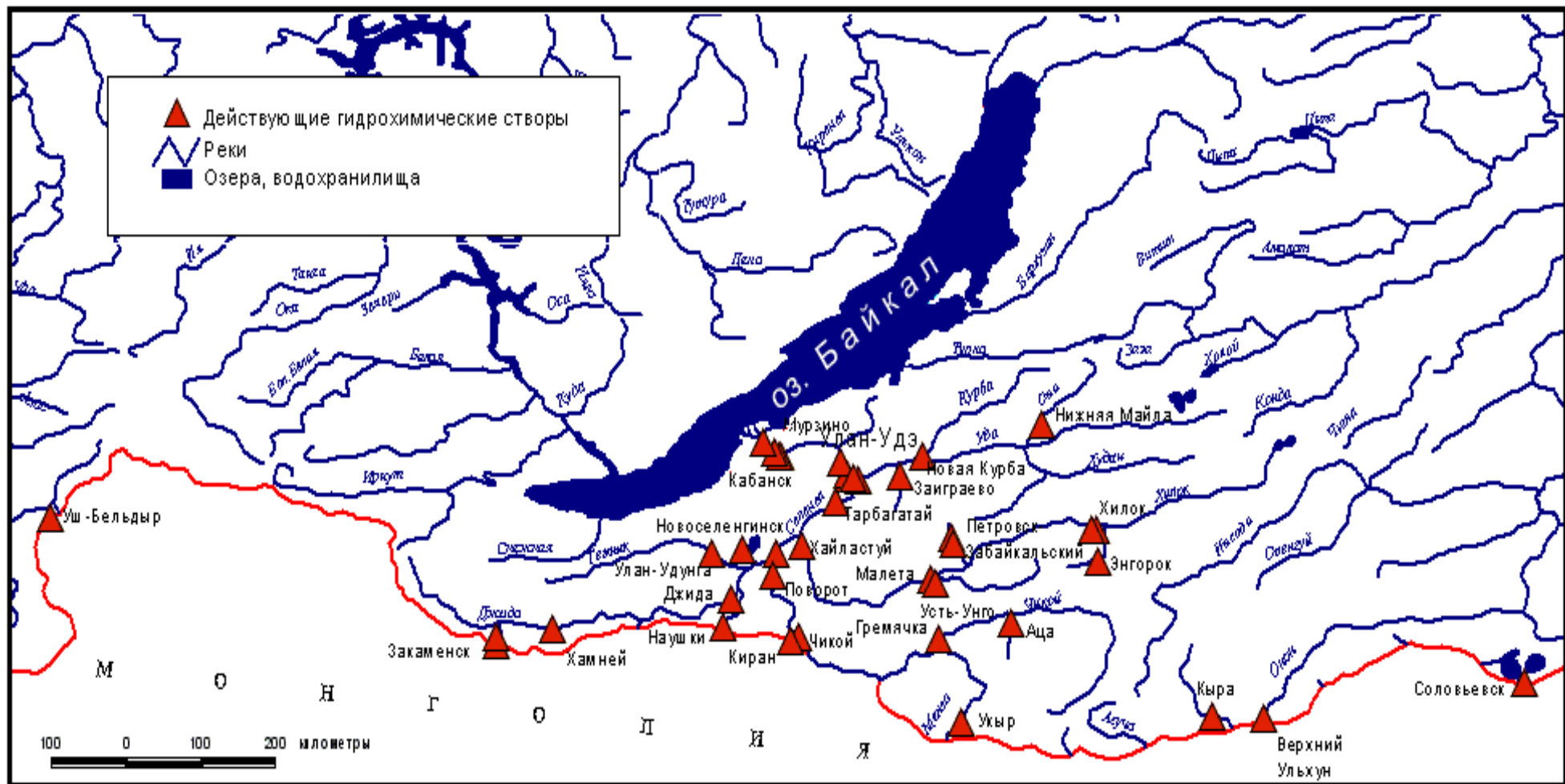


Рисунок 5 – Схема гидрохимических пунктов наблюдений в системе Росгидромета в бассейне Селенги и других трансграничных с Монголией рек

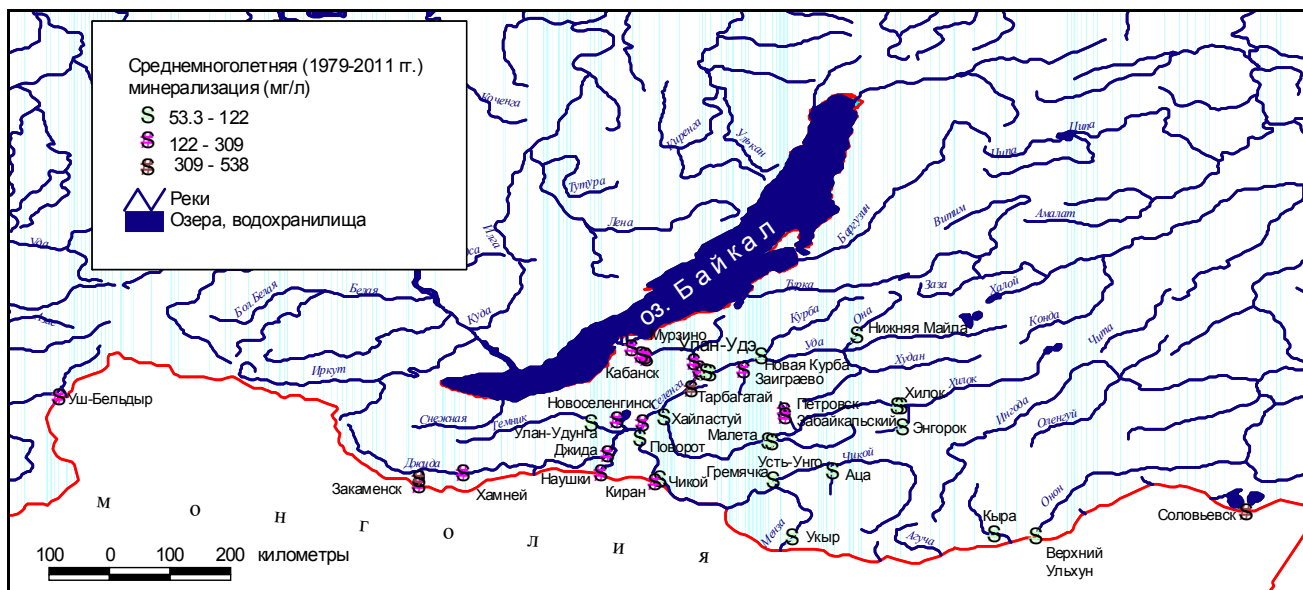


Рисунок 6 – Распределение среднегодовых величин минерализации воды бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

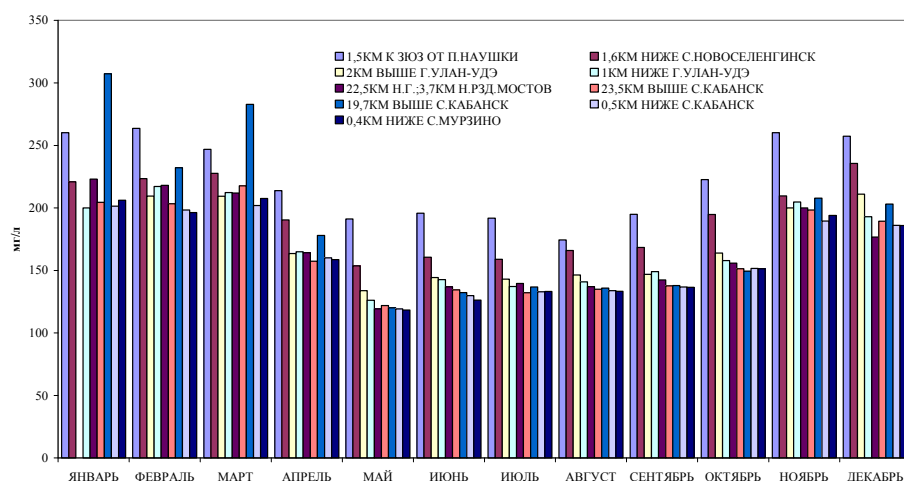


Рисунок 7 - Изменения среднегодовых сезонных величин минерализации воды р. Селенга

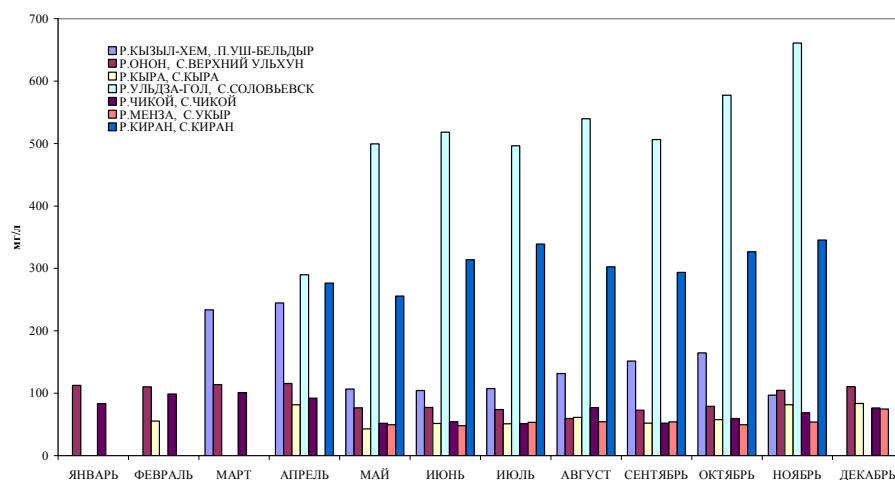


Рисунок 8 - Изменения среднегодовых сезонных величин минерализации воды трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

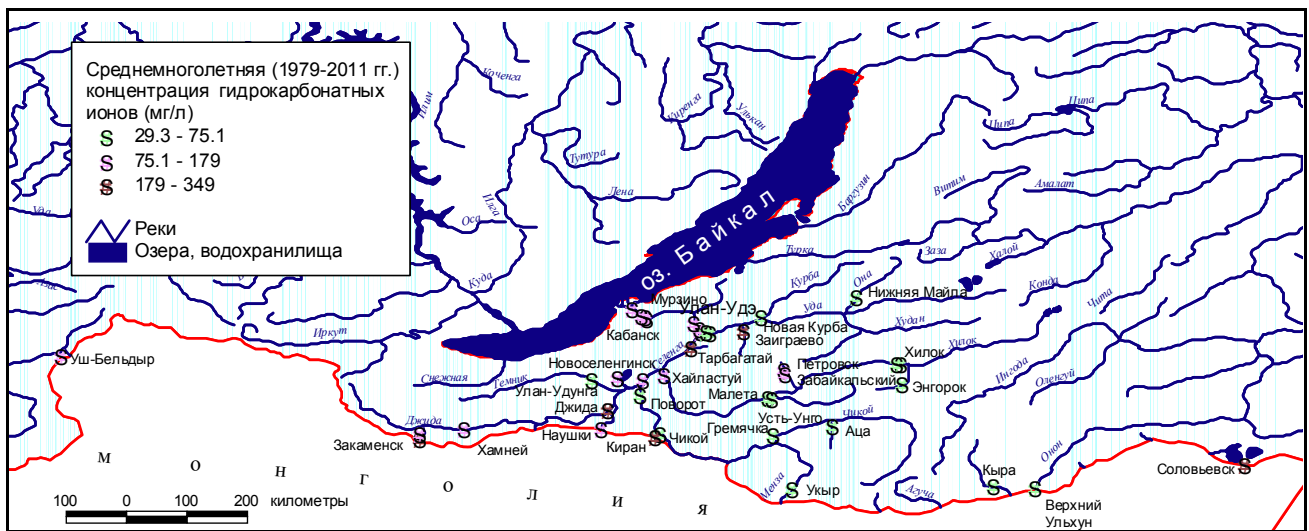


Рисунок 9 – Распределение среднегодовых концентраций гидрокарбонатных ионов в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

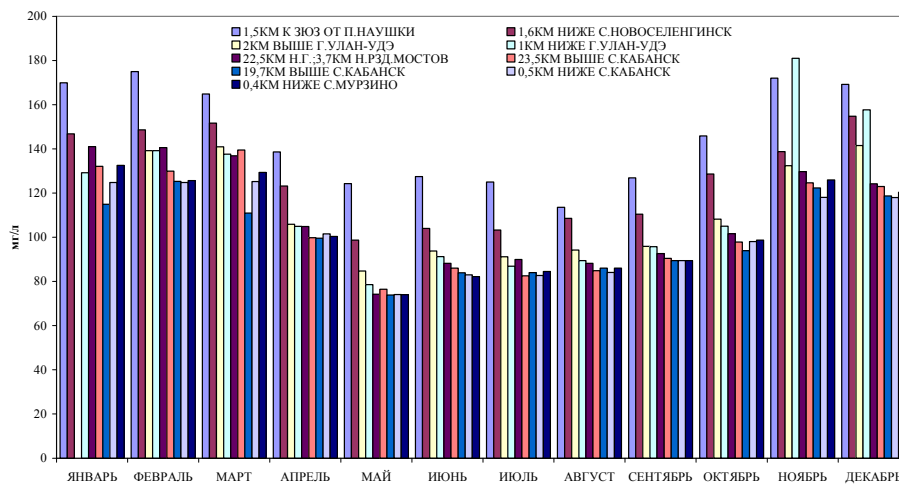


Рисунок 10 - Изменения среднегодовых сезонных концентраций гидрокарбонатных ионов в воде р. Селенга

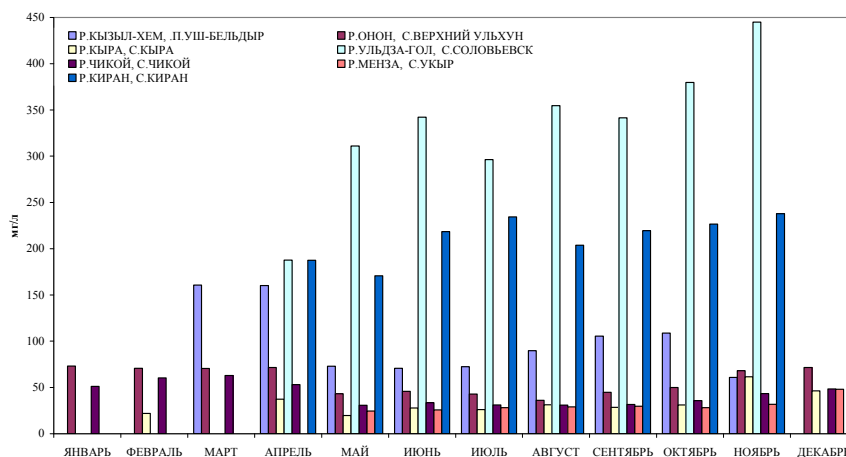


Рисунок 11 - Изменения среднегодовых сезонных концентраций гидрокарбонатных ионов в воде трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

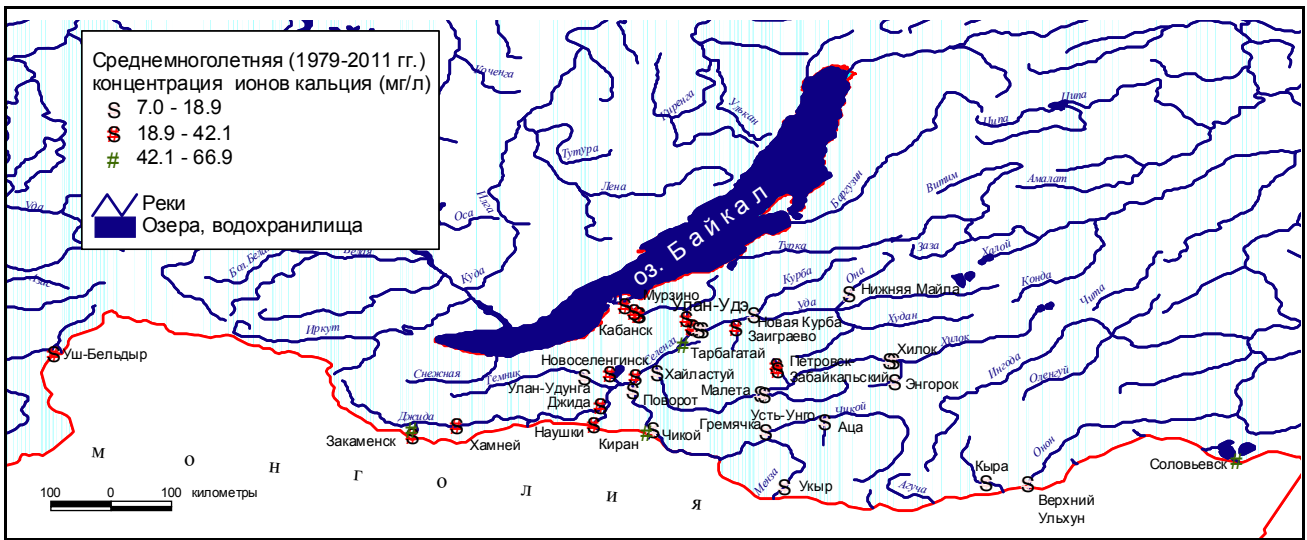


Рисунок 12 – Распределение среднееголетних концентраций ионов кальция в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

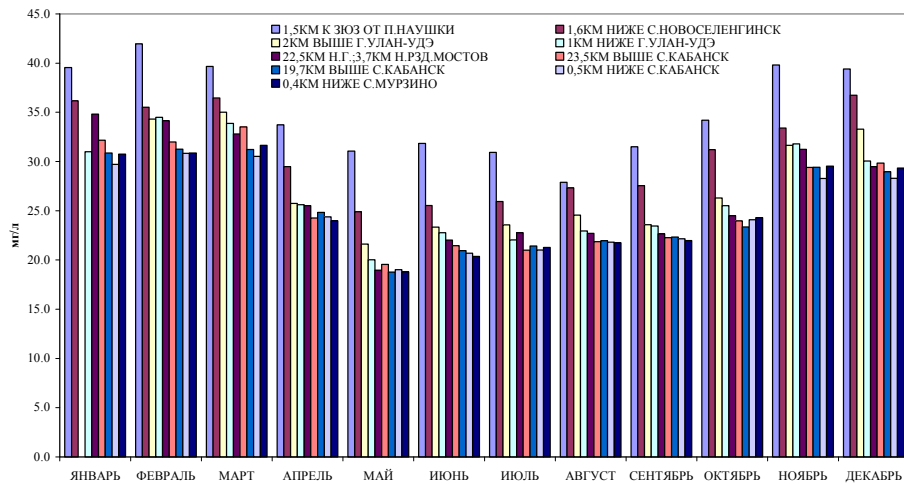


Рисунок 13 - Изменения среднееголетних сезонных концентраций ионов кальция в воде р. Селенга

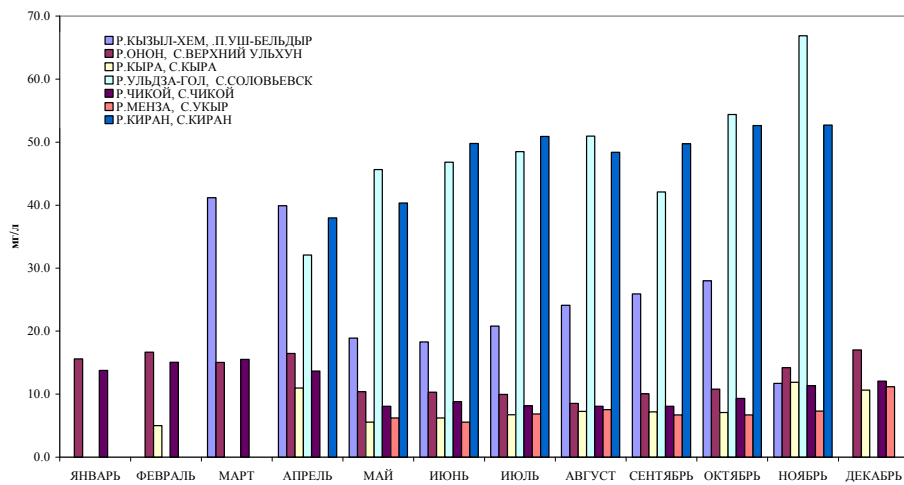


Рисунок 14 - Изменения среднееголетних сезонных концентраций ионов кальция в воде трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

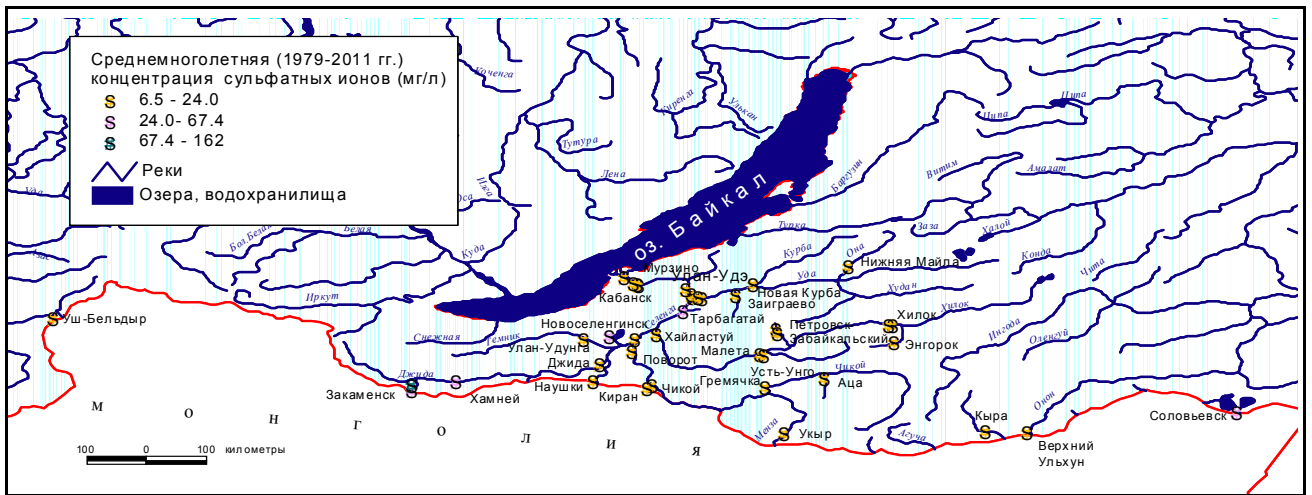


Рисунок 15 – Распределение среднеголетних концентраций сульфатных ионов в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

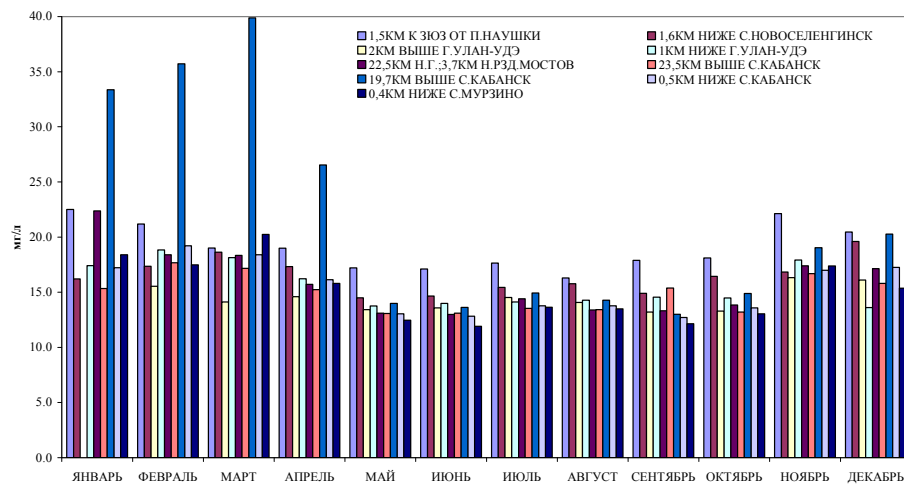


Рисунок 16 - Изменения среднеголетних сезонных концентраций сульфатных ионов в воде р. Селенга

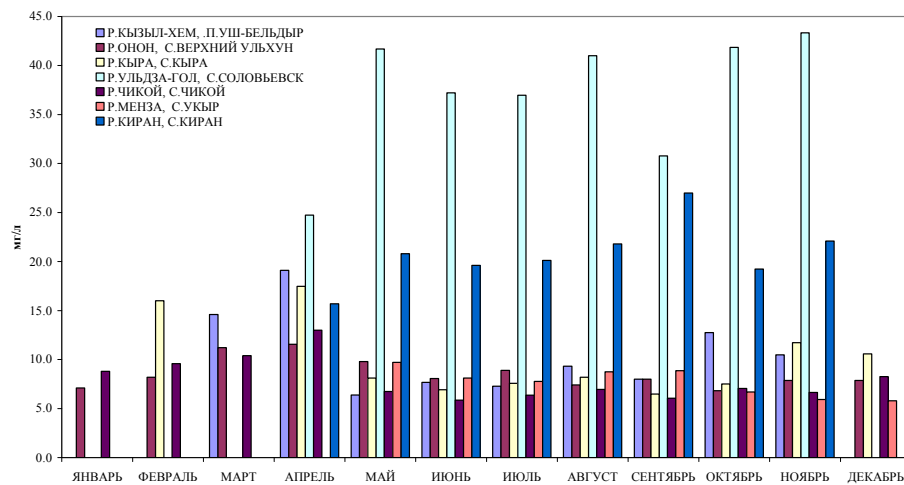


Рисунок 17 - Изменения среднеголетних сезонных концентраций сульфатных ионов в воде трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

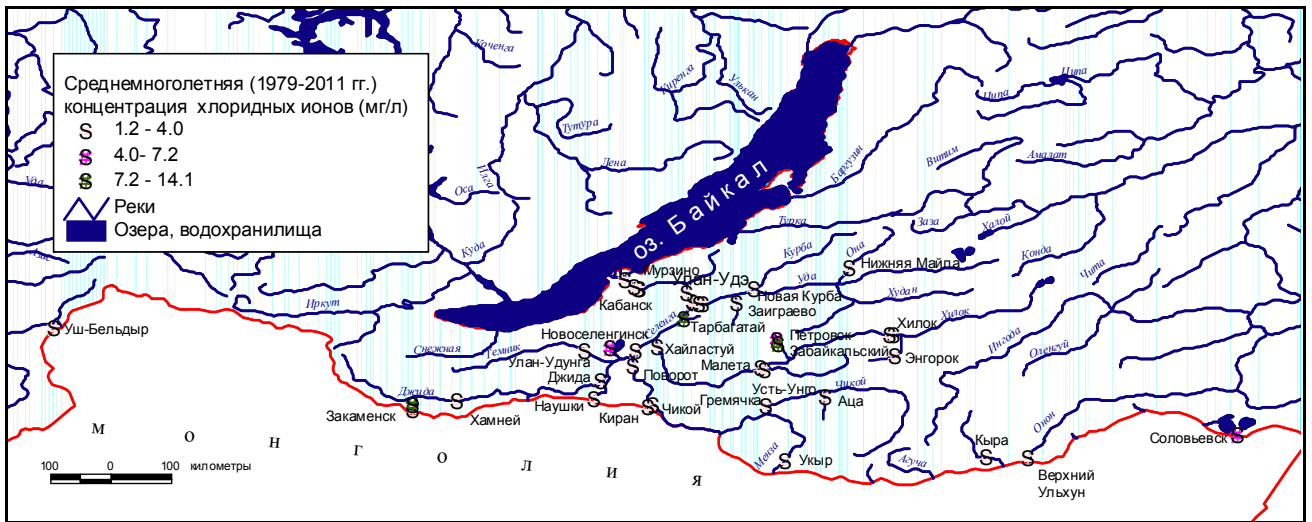


Рисунок 18 – Распределение среднегодовых концентраций хлоридных ионов в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

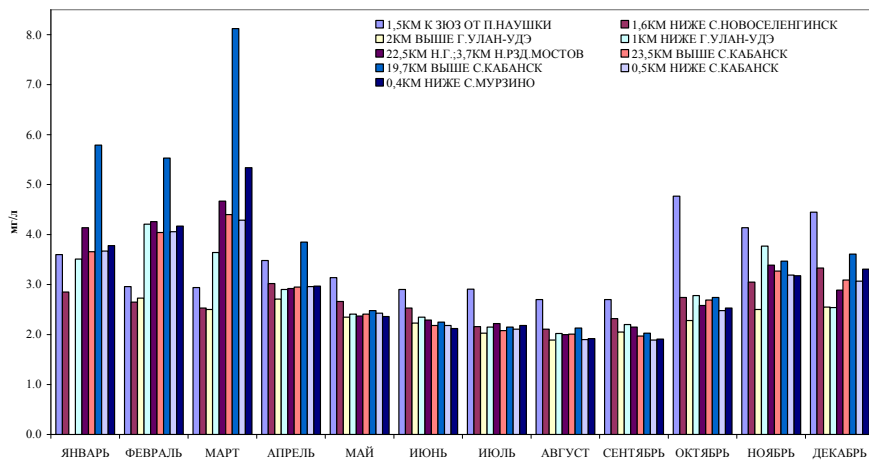


Рисунок 19 - Изменения среднегодовых сезонных концентраций хлоридных ионов в воде р. Селенга

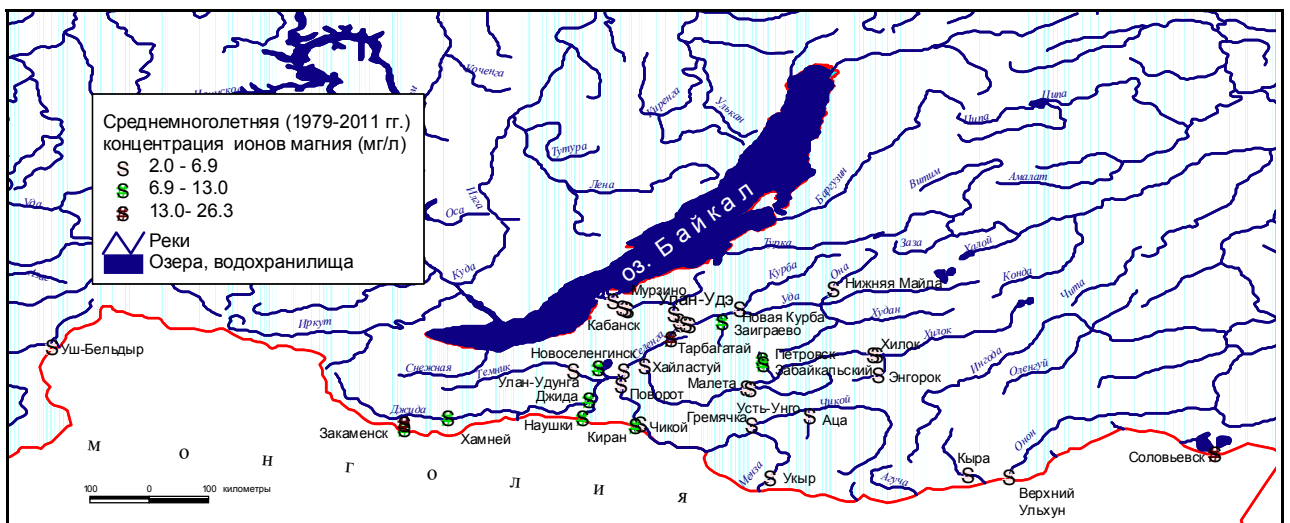


Рисунок 20 – Распределение среднегодовых концентраций ионов магния в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

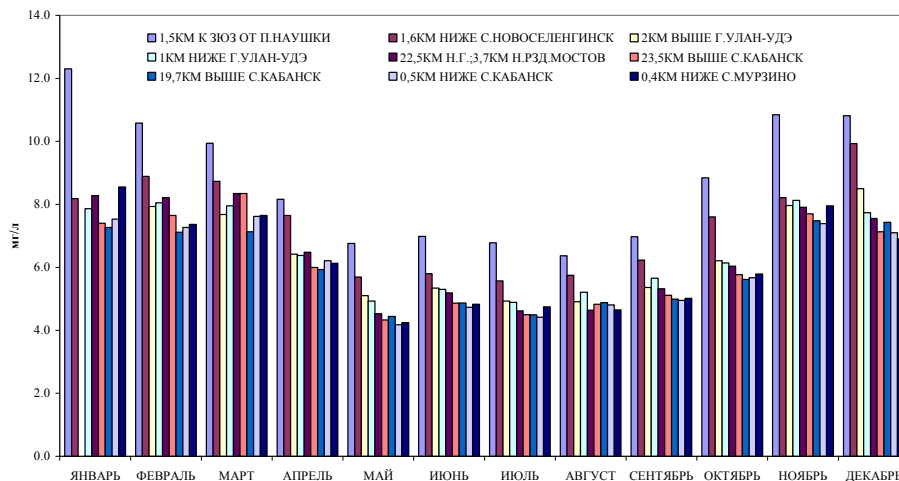


Рисунок 21- Изменения среднемноголетних сезонных концентраций ионов магния в воде р. Селенга

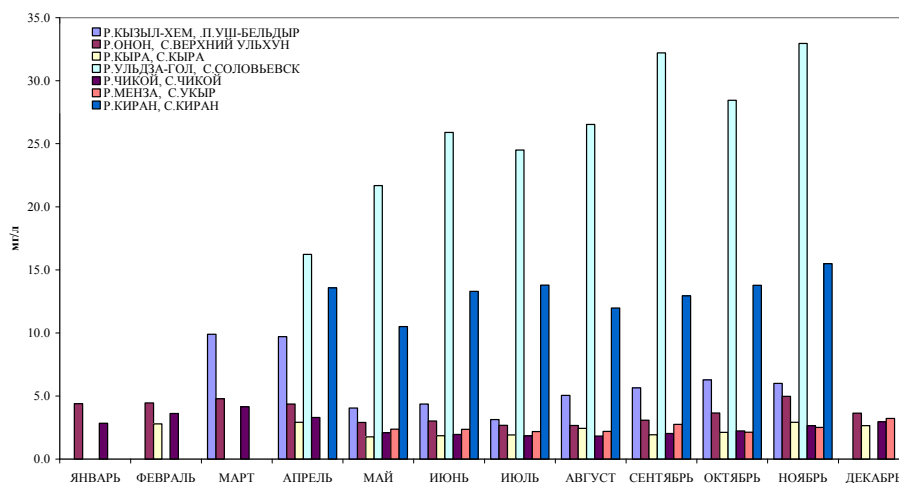


Рисунок 22 - Изменения среднемноголетних сезонных концентраций ионов магния в воде трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

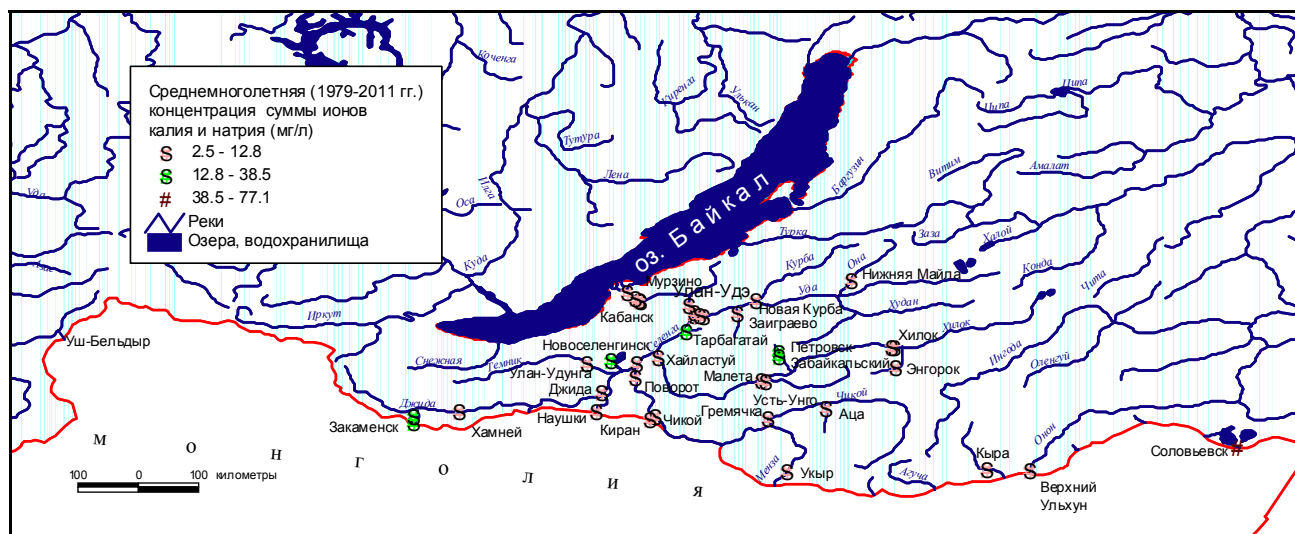


Рисунок 23 – Распределение среднемноголетних концентраций щелочных элементов в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

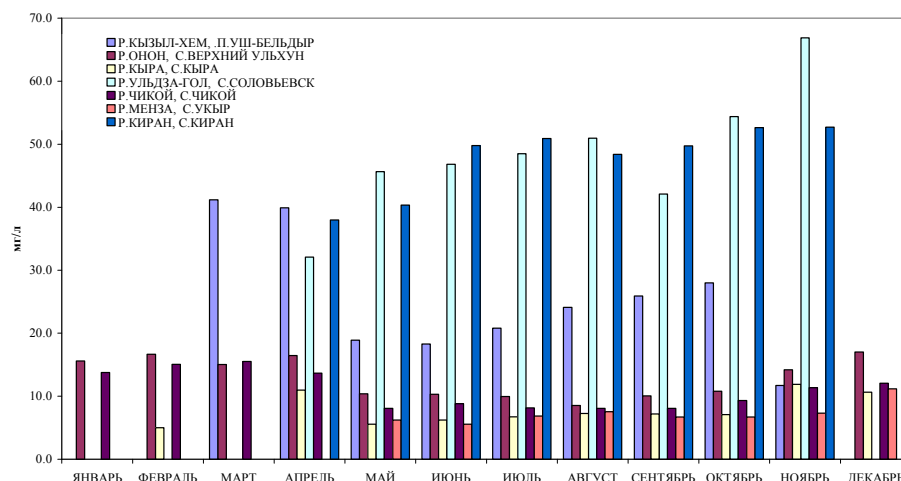


Рисунок 24 - Изменения среднемноголетних сезонных концентраций щелочных элементов в воде трансграничных с Монголией рек (бассейны Селенги, Амура, Енисея)

В период половодья меньшая минерализация воды р. Селенга (с апреля по июнь) объясняется питанием реки в этот период снеговыми водами, а также условиями стекания снеговых вод по поверхности водосбора. Из-за суровых климатических условий почвенный покров во время половодья (особенно в начальный период) находится в мерзлом состоянии. Поэтому талые снеговые воды стекают в реки преимущественно по поверхности горных склонов. Это характерно для небольших горных рек, где стеканию вод способствуют большие уклоны поверхности. Наименьшей минерализацией в бассейне Селенги отличается р. Чикой и р. Хилок (в половодье 52,0-35,0 мг/л).

На водосборах, где талые, снеговые воды длительное время текут по поверхности склонов, минерализация воды и содержание в воде главных ионов определяется характером и степенью засоленности почвенного покрова. Минерализация воды рек, на поверхности водосборов которых развиты горно-таежные мерзлотные и горно-тундровые почвы, хорошо промытые от легкорастворимых солей, не превышает 50,0-75,0 мг/л. Наибольшей минерализацией воды характеризуются р. Ульдза-Гол, с. Соловьевск в пределах 255-345 и 500-661 мг/л соответственно.

В ионном составе воды р. Селенга и ее притоков преобладают в анионном - гидрокарбонаты, катионном – кальций. В воде некоторых рек, на территории которых развиты засоленные почвы, содержание гидрокарбонатов изменяется в пределах 160-445 мг/л, с уменьшением в отдельные годы концентрации гидрокарбонатов до 24,5-31,6 мг/л, увеличивается содержание сульфатных ионов до 8,7-11,3 мг/л. Содержание сульфатных и хлоридных ионов в воде р. Селенга и ее притоков невысокое, 11,2-39,9 и 1,9-81 мг/л соответственно. Среди катионов в ионном составе р. Селенга и рек ее бассейна ведущая роль принадлежит кальцию, средняя концентрация которого (5,0-66,9 мг/л) в несколько раз превышает концентрацию магния (1,8-33,0 мг/л) и щелочных металлов (2,8-14,4 мг/л).

Повышенное содержание сульфатных ионов свидетельствует о значительном участии в питании рек почвенно-поверхностных вод, формирующих свой состав на участках сульфатно-

натриевого засоления почв. Образование сульфата натрия происходит на определенной стадии рассоления почв вследствие обменно-адсорбционных процессов, протекающих в результате вытеснения ионов натрия из почвенного поглощающего комплекса ионами кальция, содержащегося в значительных количествах в почвенных растворах.

Повышение сульфатов в воде рек бассейна Селенги наиболее выражено в период половодья и паводков.

В 2011 г. величина минерализации воды р. Селенга в целом находилась в пределах от 72,5 - 281 мг/л; в пограничном створе у пос. Наушки изменялась от 152-281 мг/л. Максимальные значения отмечены в период зимней межени, минимальные – в период половодья и дождевых паводков, что подтверждает выявленную закономерность изменения величины минерализации воды р. Селенга в многолетнем плане. Ниже по течению реки наблюдалось уменьшение минерализации, обусловленное разбавляющим влиянием главных притоков р. Селенга – рек Чикой, Хилок, Уда, в устьевом створе Мурзино изменялась в течение года от 109 до 204 мг/л.

5.1.6 Река Джиды

Река Джиды – горная река. протекает сильно пересеченной местности, обладает большими уклонами и бурным течением.

В питании реки преобладают дождевые воды. Подъем уровня весной начинается в середине апреля, заканчивается в конце мая. Половодье сменяется дождевыми паводками, между которыми наблюдаются кратковременные меженные периоды с низким стоком.

В течение теплого периода по реке проходит от 2 до 8 паводков. Продолжительность паводков составляет 20-45 дней, общая продолжительность паводочного периода – 100-120 дней. Спад уровней воды происходит до появления ледяных образований. Зимняя межень устойчивая. Внутри года сток распределен крайне неравномерно, в теплую часть года проходит до 99 % годового объема, из них осенью – около 7 %. Зима крайне маловодна, сток составляет 1-2 % [25].

Вода реки характеризуется невысокой минерализацией, наиболее высокие величины отмечаются в период зимней межени в многолетнем плане от 200 до 325 мг/л; во время половодья от 100 до 200 мг/л, в летнюю межень от 190 до 250 мг/л; во время прохождения паводков от 70 до 220 мг/л. В 2011 г. минерализация воды р. Джиды изменялась от 182 до 499 мг/л. Максимальные значения отмечали в период зимней межени у ст. Джиды и с. Хамней – 252 и 499 мг/л, минимальные в период открытого русла (у с. Хамней – 182 мг/л; у ст. Джиды – 187 мг/л).

На всем протяжении река характеризуется преобладанием гидрокарбонатных ионов в анионном составе и ионов кальция в катионном, концентрация гидрокарбонатов в период межени изменяется от 70 до 215 мг/л, во время половодья и паводков от 40 до 160 мг/л. Абсолютное содержание ионов кальция составляет в период межени 20-65 мг/л; в период половодья и паводков – 10-45 мг/л.

Концентрация во все фазы водного режима изменяется сульфатных ионов от 5 до 40 мг/л; хлоридных от 1,2 до 7,3 мг/л, магния от 1,0 до 12,1 мг/л. Сумма натрия и калия колеблется от 0,2 до 34 мг/л.

5.1.7 Река Чикой

Река Чикой - наиболее значительный приток р. Селенги, берет начало в юго-восточных отрогах Чикоконского хребта, впадает в Селенгу с правого берега. Питание реки преимущественно дождевое. Характерными фазами водного режима реки являются невысокое весеннее половодье, прерывистая летне-осенняя межень, паводки в теплый период года и низкая зимняя межень.

Весенний подъем уровня воды начинается в первой половине апреля, наивысшего значения достигает в конце апреля – начале мая; заканчивается весеннее половодье во второй половине мая – начале июня.

Летне-осенняя межень непродолжительная и прерывистая, наблюдается в промежутках между паводками и отличается относительно высокой водностью. В отдельные многоводные годы межень отсутствует. В маловодные годы межень достигает 2 и более месяцев.

Дождевые паводки наблюдаются в течение всего летне-осеннего периода. Начинаются они на спаде половодья. Но наиболее значительные паводочные волны формируются во второй половине лета или в начале осени. Паводки в большинстве имеют сложную многовершинную форму.

Зимняя межень отличается устойчивостью и маловодьем; продолжительность ее составляет 4-5 месяцев. В период наступления осенних ледовых явлений наблюдается резкое повышение уровня воды, возникающее от стеснения русла ледяными образованиями [25].

Характерной особенностью реки Чикой является наиболее низкая среди притоков Селенги незначительная минерализация воды, составляющая во время межени 90,0-142 мг/л, в период половодья и паводков – 30,0-70,2 мг/л. Вода имеет гидрокарбонатный характер с преобладанием в катионном составе ионов кальция. Абсолютное содержание сульфатных ионов в течение года изменяется от 1,2 до 16 мг/л, хлоридных ионов от 1,0 до 8,1 мг/л, ионов магния от 0,4 до 4,0 мг/л, суммы натрия и калия от 0,2 до 15 мг/л. Содержание растворенного в воде кислорода в период открытого русла удовлетворительное, в зимнее время может снижаться до величины ниже 5,0 мг/л.

5.1.8 Река Хилок

Река Хилок – один из наиболее значительных правобережных притоков Селенги вытекает из Шакшинского озера. Значительная часть бассейна занята горной тайгой. В горах преобладают горно-таежные подзолистые, в долинах рек аллювиально-луговые почвы. Значительная часть бассейна заболочена. В пределах бассейна находится около 1700 озер (в том числе три минеральных).

Основное питание реки дождевое. В теплый период года наблюдается 2-4 многовершинных паводка продолжительностью 17-25 дней. Паводки часто накладываются на спад весеннего половодья и продолжаются в течение всего теплого периода года.

Весеннее половодье хорошо выражено, начинается оно в начале или середине апреля и наибольшего значения достигает в первой декаде мая. Продолжительность половодья составляет в среднем 50-75 дней.

Во время прохождения половодья и паводков часто отмечаются значительные наводнения, в отдельные годы они вызываются заторами льда во время вскрытия рек.

Летне-осенняя межень четко выражена только в маловодные годы, продолжительность ее составляет 130-140 дней. В многоводные и средние по водности годы межень наблюдается лишь между отдельными паводками и имеет прерывистый характер. Продолжительность межени от 30 до 50 дней. Осенью, после прохождения последнего паводка уровень воды постепенно понижается до установления ледостава. Зимняя межень продолжается около 150 дней. В верхнем и среднем течении река промерзает с середины декабря до середины апреля. Внутри года сток воды распределен крайне неравномерно.

Существенных изменений в минерализации и составе воды реки по течению не происходит. Наибольших значений минерализация воды р. Хилок достигает в период зимней межени 110-210 мг/л, во время весеннего половодья и дождевых паводков снижается до 40-120 мг/л. В течение года вода реки имеет резко выраженный гидрокарбонатный характер. Абсолютное содержание изменяется: гидрокарбонатов в меженный период от 30 до 140 мг/л; во время половодья и паводков от 20 до 110 мг/л, ионов кальция - от 8,0 до 38 и от 2,0 до 28 мг/л; ионов магния от 1,5 до 10 и от 4,6 до 5,3 мг/л соответственно.

3.1.9 Река Уда

Река Уда – один из наиболее значительных правобережных притоков Селенги, берет начало в юго-западной части Витимского плоскогорья. Поверхность бассейна покрыта густыми хвойными лесами. Речные террасы заняты степной растительностью. Почвы на большей части бассейна горные, мерзлотно-таежные подзолистые, по долинам реки – мерзлотно-луговые и аллювиально-луговые. Широко распространена в бассейне реки многолетняя мерзлота. Наиболее развита она в понижениях местности, особенно в верхней, более заболоченной части бассейна. В верхней части бассейна обширные пространства заняты верховыми болотами, здесь же имеется большое количество мелких озер.

В питании реки преобладают дождевые воды, в отдельные годы сток талых вод составляет до 30 % годового объема.

Подъем уровня воды начинается в первой половине апреля, наиболее высокие уровни отмечаются в первые дни весеннего ледохода в конце апреля, спад продолжается до конца июня. Общая продолжительность половодья 50-75 дней. На спад весеннего половодья накладываются отдельные дождевые паводки.

В летне-осенний период по реке проходит от 1 до 5 дождевых паводков продолжительностью 20-30 дней. Наиболее высокие подъемы уровня воды наблюдаются в августе-сентябре. Летне-осенние паводки, вызывающие наводнения, наблюдаются примерно один раз в 3-5 лет. Межень в период открытого русла четко выражена только в маловодные годы и составляет 120-140 дней; в другие годы имеет прерывистый характер и наблюдается между отдельными паводками. Суммарная продолжительность меженных периодов составляет 60-70 дней.

Зимняя межень характеризуется значительной продолжительностью и маловодностью; составляет 140-170 дней, в отдельные годы – 190-210 дней. В верхнем течении река ежегодно промерзает.

Минерализация воды реки наименьшими значениями характеризуется в верхнем течении реки от 60 до 115 мг/л, ниже по течению реки увеличивается и у г. Улан-Удэ, достигает 185 мг/л. Существенных изменений в ионном составе воды по течению реки не наблюдается [25].

3.1.10 Река Темник

Река Темник – левобережный приток Селенги, берет начало на северном склоне хр. Малого Хабар-Дабана. Бассейн реки преимущественно горный, в западной и центральной части склоны гор залесены, в восточной части водосбора широко распространены степи. Днища большинства рек бассейна р. Темник в нижнем течении заняты болотами и заболоченными землями. Наиболее развиты травянисто-кустарниковые (ерники) и сфагновые болота.

Для реки характерны весеннее половодье, паводки и устойчивая зимняя межень.

Весеннее половодье начинается в первой половине апреля, наивысший подъем воды достигается в конце апреля – начале июня и имеет многовершинную форму. Колебания стока во время половодья обусловлены неравномерным таянием снега и выпадающими жидкими осадками. Продолжительность половодья составляет 50-60 дней. В годы с небольшими снегозапасами половодье выражено слабо.

Дождевые паводки наблюдаются в течение всего теплого периода года. По реке проходит 5-8 паводков продолжительностью по 10-15 дней.

Устойчивая летне-осенняя межень наблюдается лишь в маловодные годы, ее продолжительность составляет 60-70 дней. В годы средней водности летне-осенняя межень выражена нечетко, отмечается между отдельными паводками и имеет прерывистый характер.

Зимняя межень устойчивая, в отдельные годы река промерзает, и сток отсутствует в течение 40-60 дней.

Минерализация воды в течение года изменяется в пределах 148-262 мг/л, наиболее высокая величина минерализации характерна для зимней межени. Для воды характерно преобладание в анионном составе гидрокарбонатов, в катионном – ионов кальция. В летне-осеннюю и зимнюю межени абсолютные значения составляют: гидрокарбонатов – 109-146 мг/л; ионов кальция – 32,5-31,3 мг/л;

сульфатных ионов – 11,0-59,0 мг/л; хлоридных ионов – 4,70-3,60 мг/л; ионов магния – 5,5-11,2 мг/л; щелочных металлов (Na+K) – 2,20-8,90 мг/л.

5.2 Источники загрязнения поверхностных вод бассейна р. Селенга

Значимость и уникальность природных характеристик р. Селенга признаны мировым сообществом в качестве объекта Всемирного природного наследия ЮНЕСКО и законодательно закреплены только в Российской Федерации.

Верхняя часть бассейна р. Селенга находится под юрисдикцией Монголии, которая не определяет надлежащих требований к охране окружающей среды в целом, в том числе и бассейна Селенги. Современный период хозяйственной деятельности Монголии характеризуется крупномасштабными нарушениями существующих норм национального природоохранного законодательства. В верхнем течении р. Селенга пересекает крупнейший индустриальный регион Монголии, в котором расположены наиболее крупные предприятия горнодобывающей, топливно-энергетической, легкой и пищевой промышленности. В целом в монгольской части бассейна р. Селенги, занимающей всего 20 % территории Монголии, проживает 70 % всего населения страны, производится 80 % промышленной и более 60 % сельскохозяйственной продукции, а так же содержится 34 % общего поголовья скота (11,5 млн голов). На эту территорию приходится 93 % забора воды Монголии на производственные нужды. Здесь же размещены самые крупные города страны – Улан-Батор, Дархан, Эрдэнэт [7].

На территории Монголии источниками загрязнения Селенги являются сточные воды ряда предприятий, принадлежащих крупнейшим Улан-Баторскому и Дарханскому промышленным узлам, Эрдэнэтского промышленного центра, основу которого составляет российско-монгольское предприятие по переработке медно-молибденовых руд «Эрдэнэт»; Сухэ-Батырского деревообрабатывающего промышленного узла, золото- и фосфорито добывающих промышленных центров городов Мурен и Заамар.

По данным агентства водных дел Монголии в бассейне Селенги расположено 104 предприятия по добыче угля, золота и меди, в том числе крупнейших горно-обогатительный комбинат в г. Эрдэнэт.

В бассейн р. Селенги на территории России входят южные и центральные районы Бурятии и западные районы Забайкальского края – наиболее экономически развитые, где производится основная часть валовых региональных продуктов. На российской части бассейна р. Селенги проживает более 700 тыс. человек.

Основные виды использования водных ресурсов в бассейне р. Селенги:

1) водоснабжение населения, промышленности и сельского хозяйства; 2) сброс сточных вод; 3) добыча полезных ископаемых, рыбное хозяйство, судоходство, рекреация и др. Общий объем водозабора в 2006 г. составил 919 млн. м³ при 70 % заборе воды из поверхностных источников. В речную сеть было сброшено 660 млн. м³ сточных вод, что позволило в значительной мере восстановить ресурсы поверхностных вод, а по отдельным участкам российской части бассейна увели-

чить их за счет сброса сточных вод от потребителей, осуществляющих забор подземных вод. В целом по бассейну общий объем изъятого речного стока в 2006 г. составил около 2 % от средне-многолетнего, в том числе безвозвратно – менее 1 %, что свидетельствует об огромных нереализуемых возможностях использования водных ресурсов [25, 27].

Источники поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды бассейна Селенги в основном приурочены к местам расположения горнодобывающей и обрабатывающей промышленности, урбанизированных территорий. В пределах России наиболее существенное загрязнение рек бассейна Селенги происходит в промышленных узлах: Улан-Удэнском, Гусиноозерском, Закаменском, Кяхтинском, Петровск-Забайкальском.

Часть загрязняющих веществ вносится в озеро сточными водами предприятий металлургических и деревообрабатывающих производств Читинской области, расположенными в г. Петровск-Забайкальский, в Хилойском и Красночикойском районах. Загрязняющие вещества поступают в озеро по рекам Чикой и Хилок, являющимися главными притоками р. Селенга. В целом предприятиями Читинской области ежегодно сбрасывается более 20 млн. м³ сточных вод, содержащих десятки тысяч тонн взвешенных и органических загрязняющих веществ.

На территории республики Бурятия расположены крупные промышленные центры в г. Улан-Удэ и пос. Селенгинск. С городских очистных сооружений г. Улан-Удэ поступает 35 % сбросов в р. Селенга.

В таблицах 31 и 32 показаны основные источники загрязнения, влияющие на качество поверхностных вод бассейна Селенги [28].

На территории России у пос. Наушки продолжают оказывать негативное влияние на качество воды р. Селенга сточные воды Кяхтинского плавикошпатового рудника, поступающие через приток р. Кяхтинку. Отвалы переработанных руд и шахтные воды Джидинского вольфрамомолибденового комбината, сточные воды Петровско-Забайкальского, Гусиноозерского, Улан-Удэнского, Нижнеселенгинского промышленных узлов, Селенгинского целлюлозно-картонного комбината являются мощнейшими источниками загрязнения Российской части бассейна Селенги.

В 1959 г. правительством Советского Союза было принято решение о строительстве Селенгинского целлюлозно-бумажного картонного комбината на базе сжигаемых на лесосеках и лесопильных заводах Бурятии отходов древесины. Результаты хозяйственного освоения начали проявляться в деградации отдельных природных комплексов. Промышленные стоки Улан-Удэнского промышленного узла сбрасывались в р. Селенга, создавая очаг загрязнения в мелководной части Байкала в дельте Селенги. На участках Байкальского водосборного бассейна после вырубki леса стали формироваться очаги эрозии и дефляции почв. Возникла необходимость разработки нетрадиционных методов ликвидации отрицательного действия ЦКК на природу прибайкальского региона. В настоящее время Селенгинский целлюлозно-картонный комбинат входит в состав крупнейшей промышленной компании России ОООЛПК «Континенталь менеджмент».

Таблица 31 - Характеристика источников загрязнения, влияющих на качество поверхностных вод в бассейне р. Селенга за 2009 г. и 2010 год

Водный объект, пункт, категория, число створов, название створа	Год	Источники загрязнения		Расстояние от источника загрязнения до первого контрольного створа в км	Сброс сточных вод в водные объекты выше контрольного створа, тыс.м ³ /год м ³ /сутки		Периодичность работы, режим сброса сточных вод	Категория сбрасываемых сточных вод	Сброс загрязняющих веществ со сточными водами											Мощность биологических очистных сооружений тыс.м ³ /год м ³ /сутки	
		Ведомство	Предприятие (организация)		всего	в т.ч. загрязненных			т/год мг/л												
									БПК ₅	Нефтепродукты	Взвешенные вещества	Сухой остаток	Аммонийный азот	Нитратный азот	Нитритный азот	СПАВ	фосфаты по Р	сульфаты	хлориды		Железо
р. Хилок, г. Хилок, 3 категория, 2 створа, 0,2 км ниже города, 4,4 км ниже впадения р. Верхний Хилкосон	2009	ОАО РЖД / 13153	МУП "ГРЭЦ", г. Хилок / 760826	3.5	<u>398</u> 1090	<u>380.5</u> 1090	<u>365</u> 24	недостаточно очищенные	<u>15</u> 37,7	<u>0</u> 0	<u>11</u> 27,6	<u>20</u>	<u>2.09</u> 5.25	<u>0.282</u> 0.71	<u>0.036</u> 0.09	<u>0.035</u>	<u>0.57</u> 1,43	<u>5</u> 12,6	<u>5</u> 12,6	<u>0</u> 0	<u>584</u> 1600
	2010	ОАО РЖД / 13153	МУП "ГРЭЦ", г. Хилок / 760826	3.5	<u>406.11</u> 1113	<u>406.11</u> 1113	<u>365</u> 24	недостаточно очищенные	<u>12.25</u>	<u>0</u>	<u>8</u>	<u>21</u>	<u>2.17</u>	<u>0.2</u>	<u>0</u>	<u>0.0</u>	<u>0.6</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>584</u> 1600
р. Баляга, г. Петровск-Забайкальский, 3 категория, 2 створа, 0,5 км ниже города, 3 км ниже гидропоста	2009	Муниципальные предприятия / 49007	МУП ЖКХ г. Петровск-Забайкальский	10.5				недостаточно очищенные	По сбросу загрязняющих веществ нет данных, поскольку у предприятия отсутствует утвержденный норматив сброса и не осуществляется контроль сбрасываемых стоков по химическим показателям											<u>584</u> 1600	
	2010	Муниципальные предприятия / 49007	ООО «Очистные сооружения» 760838	10.5	<u>618</u> 1693	<u>0</u> 0	<u>365</u> 24	недостаточно очищенные	По сбросу загрязняющих веществ нет данных, поскольку у предприятия отсутствует утвержденный норматив сброса и не осуществляется контроль сбрасываемых стоков по химическим показателям											<u>584</u> 1600	

Таблица 32 - Характеристика источников загрязнения, влияющих на качество поверхностных вод р. Селенга и некоторых рек ее бассейна за 2011 год

Водный объект, пункт, категория, число створов, название створа	Источники загрязнения		Расстояние от источника загрязнения до первого контрольного створа, км	Сброс сточных вод в водные объекты выше контрольного створа тыс.м ³ /год м ³ /сутки		Периодичность работы, режим сброса сточных вод	Категория сбрасываемых сточных вод	Сброс загрязняющих веществ со сточными водами, т/год мг/л												Мощность биологических очистных сооружений тыс.м ³ /год м ³ /сутки
	Классификация вида экономической деятельности	Предприятие (организация)		всего	в т.ч. загрязненные			БПК	ХПК	Взвешенные вещества	Фосфор	Нефтепродукты	Фенолы	Характерные для данного предприятия загрязняющие вещества						
														медь	хлориды	СПАВ	сульфаты	железо	цинк	
р. Селенга, г. Улан-Удэ, 2 категория, 3 створа; 1 км ниже города	41.00.02	МУП «Водоканал» Правобережные очистные сооружения	0,5	32983,0	32983,0	365	недостаточно очищенные	511	1362	360	95,65	2,0	0,099	0,099	1352	2,639	1626	5,607	-	67525
				90364,4	90364,4			15,5	41,3	10,9	2,9	0,061	0,003	0,003	41,0	0,08	49,3	0,17	184494	
22,5 км ниже города; 3,7 км ниже рзд. Мостовой		МУП «Водоканал» Левобережные очистные сооружения	20,0	1021,0	1021,0	365	недостаточно очищенные	9,0	49,0	7,0	3,47	-	0,003	-	-	0,085	100,0	0,163	-	6205
				2797,3	2797,3			8,8	48,0	6,9	3,40		0,003			0,083	97,9	0,160		16954
Всего по пункту																				
				34004,0	34004,0		недостаточно очищенные	520	1411	367	99,12	2,0	0,102	0,099	1352	2,724	1726	5,77	-	73730
				93161,7	93161,7			15,2	41,5	10,8	2,91	0,059	0,003	0,003	41,0	0,163	147,2	0,33		201448
р. Селенга, с. Кабанск, 2 категория, 3 створа; 19,7 км выше села	40.30.3	ООО ЖКХ пос. Селенгинск, Кабанского района	0,8	1336,0	1336,0	365	недостаточно очищенные	6,0	46,0	4,0	2,58	-	-	-	41,0	0,162	50,0	0,195	-	3660
				3660,3	3660,3			4,5	34,4	3,0	1,93				30,7	0,121	37,4	0,146		10000

Водный объект, пункт, категория, число створов, название створа	Источники загрязнения		Расстояние от источника загрязнения до первого контрольного створа, км	Сброс сточных вод в водные объекты выше контрольного створа тыс.м ³ /год м ³ /сутки		Периодичность работы, режим сброса сточных вод	Категория собираемых сточных вод	Сброс загрязняющих веществ со сточными водами, т/год мг/л										Мощность биологических очистных сооружений тыс.м ³ /год м ³ /сутки		
	Классификация вида экономической деятельности	Предприятие (организация)		всего	в т.ч. загрязненные			БПК	ХПК	Взвешенные вещества	Фосфор	Нефтепродукты	Фенолы	Характерные для данного предприятия загрязняющие вещества						
														медь	хлориды	СПАВ	сульфаты		железо	цинк
р. Модонкуль, г. Закаменск, 4 категория, 2 створа; 2 км выше г. Закаменск 1,3 км ниже г. Закаменск	13.20.8	АО «Джидакомбинат»		<u>1001.0</u> 2742,5	<u>1001.0</u> 2742,5	365	без очистки шахтные воды	-	-	<u>81</u> 80,9	-	-	-	<u>1.4</u> 1,4			441,0 440,6	<u>2.659</u> 2,66	<u>2.467</u> 2,46	
	70.32.1	ООО «Закаменское ПУЖКХ»	1,0	<u>1193.0</u> 3268,5	<u>1193.0</u> 3268,5	365	недостаточно очищенные	<u>9.0</u> 7,5	<u>29.0</u> 24,3	<u>6.0</u> 5,0	<u>0.590</u> 0,49	-	-	-	<u>43.0</u> 36,0	<u>0.100</u> 0,084	86,0 72,1	<u>0.187</u> 0,157	-	<u>2987</u> 8161
	Всего по пункту				<u>2194.0</u> 6011,0	<u>2194.0</u> 6011,0	365	1001 -без очистки 1193 недостаточно очищенные	<u>9.0</u> 4,1	<u>29.0</u> 13,2	<u>87.0</u> 39,6	<u>0.590</u> 0,27	-	-	<u>1.4</u> 1,4	<u>43.0</u> 36,0	<u>0.100</u> 0,084	527,0 512,7	<u>2.846</u> 2,817	<u>2.467</u> 2,46
р. Уда, г. Улан-Удэ, 3 категория, 2 створа; в черте города	74.14	Улан-Удэнская ТЭЦ-1 «Генерация Бурятии»	4,6	<u>83.0</u> 227,4	<u>83.0</u> 227,4	365	недостаточно очищенные	-	-	-	<u>0.014</u> 0,169	-	-		<u>14.0</u> 168,7		15,0 180,7	<u>0.007</u> 0,084		<u>350</u> 956,3
оз. Гусиное, ст. Озеро, 4 категория, 1 вертикаль; в черте ст. Гусиное Озеро	41.30.3	ООО «Расцвет»	0,5 км ССВ от места сброса сточн. вод	<u>29.0</u> 79,5	<u>29.0</u> 79,5	365	недостаточно очищенные	<u>1.0</u> 34,5	<u>1.0</u> 34,5		<u>0.010</u> 0,345	-	-			<u>0.001</u> 0,034	1,0 34,5	<u>0.002</u> 0,069		<u>511</u> 1396

В 1990 г. Селенгинский ЦКК внедрил замкнутую систему водооборота, работает не сбрасывая свои промышленные стоки в р. Селенга, достиг статуса предприятия экономически приемлемого для Байкальского региона.

Потенциальную опасность в бассейне Селенги в экологическом плане представляет разработка богатейших недр Бурятии. На долю республики в общероссийском масштабе приходится 48 % балансовых запасов цинка России, 24% свинца, 27% вольфрама, 30% молибдена, 25 % урана и др. Имеются месторождения рудного рассыпного золота, стратегических материалов (тантал, титан, берилл и др.).

Горнодобывающая промышленность представлена добычей вольфрама, молибдена, золота, бурого и каменного угля, мрамора, кварцевого сырья и местных строительных материалов. Добыча вольфрама и молибдена осуществляется Джидинским комбинатом на Инкурском и Холтосонском месторождениях открытым и подземным способами.

Золото добывается открытым механизированным способом, а также малогабаритными драгами в долине рек Чикой и Джида.

Бурый уголь добывается в Хольбоджинском разрезе и Гусиноозерских месторождениях.

К основным предприятиям по производству строительных материалов относятся: Тимлюйские заводы по производству цемента и асбоцементных изделий, карьер по добыче химических чистых известняков «Татарский ключ», Улан-Удэнский стекольный завод, Анюсолский и Жинхеинский щебеночные заводы, несколько кирпичных заводов местного значения и многочисленные карьеры по производству песчано-гравийной смеси и добычи угля.

Сохраняется сложная экологическая обстановка в местах расположения предприятий угольной промышленности, принадлежащих АО «Востсибуголь», входящей в состав Корпорации «Росуголь». На ряде предприятий неудовлетворительно выполняются природоохранные мероприятия. Лесопромышленный комплекс Бурятии представлен 19-ю лесозаготовительными акционерными обществами Федерального подчинения – леспромхозами, Селенгинским ЦКК. Основной проблемой лесной промышленности является сокращение потерь древесного сырья в процессе заготовки и переработки.

В настоящее время в мире очень мало экологически безопасных технологий извлечения и переработки полезных ископаемых. Разработка месторождений может вызвать массу проблем экологического характера. В Бурятии на крупнейшем в России Хиагдинском месторождении урана апробируется новая технология извлечения урана, основанная на подземном выщелачивании металла слабым раствором серной кислоты. Практики закачивания серной кислоты в скважины, пробуренных в зоне вечной мерзлоты, в мире не существует. Пока неизвестны последствия такой технологии (близкие и отдаленные) на поведение радиоактивного металла.

Энергетическая отрасль в республике Бурятия представлена тепловой энергетикой Гусиноозерской ГРЭС, ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, а также множеством промышленно-отопительных комплексов и мелких котельных. Твердым топливом служат как местные угли Гусиноозерского, Тугнуйского, Тигнинского месторождений, так и привозные.

Из составляющих окружающей среды наибольшему воздействию деятельности энергетической отрасли подвергаются поверхностные воды и воздушный бассейн. Энергетика также является потребителем огромного количества воды, до 90 % которой используется в производстве электрической и тепловой энергии.

Кяхтинский промышленный узел тянется вдоль границы с Монголией: г. Кяхта – пос. Наушки – ст. Хоронхой. Самым крупным источником загрязнения в этом районе являются сточные воды Кяхтинского плавишкошпатового рудника, который расположен в районе ст. Хоронхой железной дороги Улан-Удэ – Улан-Батор. Основная продукция рудника – флюоритовый концентрат. Годовая проектная мощность предприятия составляет 165 тыс. т/год. Объем накопленных отходов в хвостохранилище составляет около 2000 тыс. м³, в состав которых входит: флюорит, кремнезем, кальций, глина. Город Кяхта относится к наиболее загрязненным населенным пунктам Бурятии. Состав сбрасываемых сточных вод в р. Селенга не отвечает требованиям норм предельно допустимого сброса.

Закаменский промышленный узел охватывает центральную часть Закаменского района по обе стороны р. Джиды. Джидинский вольфрамово-молибденовый комбинат ведет разработку Инкурского и Холтосонского месторождений комплексных руд.

Сточные воды Джидинского комбината являются источниками загрязнения всех компонентов окружающей природной среды. В джидинских рудах, вовлекаемых в промышленную обработку, присутствуют химические элементы, относящиеся к различным классам опасности: кадмий, свинец, цинк, фтор молибден, кальций, бериллий, вольфрам, висмут, рубидий, цезий. Для извлечения вольфрамового концентрата из джидинских руд в технологическом процессе используются токсичные реагенты: серная кислота, керосин, ксантогенат и др.

В черте г. Закаменск складировано около 10 млн. м³ твердых отходов обогатительной фабрики, содержащих молибден, вольфрам, медь, цинк, свинец, серу. Занимающие около четвертой части территории города. Накопившиеся за многие десятилетия отходы обогатительных фабрик дренируют из хвостохранилища в поверхностные воды различные химические элементы, которые фиксируются на протяжении десятков километров в низ по течению р. Джиды.

Производственная деятельность Джидинского вольфрам-молибденового комбината ведет к систематическому загрязнению водных объектов р. Джиды и р. Модонкуль.

В ареале Закаменского и Гусиноозерского промышленных узлов сложилась неблагоприятная экологическая ситуация в целом в окружающей среде. Самый крупный водоем Гусиноозерского

промышленного узла, являясь приемником всех сточных вод, находится в состоянии постоянного загрязнения и деградации.

Улан-Удэнский промышленный комплекс, включающий производства электронного, оптического оборудования, приборостроительное, металлургическое, авиационное производство транспортных средств и оборудования и др., сточные воды которых являются основными источниками загрязнения поверхностных и грунтовых вод. Недостаточная очистка сточных вод промышленных и коммунальных предприятий г. Улан-Удэ приводит к гибели икры омуля на основных нерестилищах р. Селенга и р. Уда, расположенных ниже города.

Значительное загрязнение в р. Селенга вносится с отходами сельскохозяйственных производств, в том числе и животноводства, основная масса которых попадает в реку, а затем и в оз. Байкал, с поверхностным стоком (смыв дождями). Общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 11,2 % всей территории Республики Бурятия.

Негативное влияние на качество воды р. Селенга оказывает эрозия почв.

Очистные сооружения г. Улан-Удэ принимают значительное количество промышленных стоков, для очистки которых нет соответствующих технологических возможностей. Из-за ветхости коммунальной инфраструктуры Республики Бурятия (износ свыше 74 %), количество аварий на очистных сооружениях за последние 10 лет возросло примерно в 5 раз. Ремонт и восстановление этих объектов не производится или затягивается из-за недостаточности финансирования на протяжении ряда лет.

Высокий уровень загрязненности воды дельты р. Селенга является главной причиной гибели икры омуля. В жире нерпы определены химические вещества, входящие в состав сельскохозяйственных удобрений.

Загрязнение поверхностных вод бассейна Селенги обусловлено влиянием сточных вод крупных промышленных предприятий и сельскохозяйственных комплексов, расположенных как на территории России, так и на территории Монголии.

5.3 Оценка степени загрязненности и динамика изменения качества поверхностных вод в бассейне Селенги и трансграничных с Монголией рек за период 2000-2011 гг.

Наблюдения за химическим составом поверхностных вод бассейна оз. Байкал были начаты в 1925 г. Байкальской экспедицией АН СССР, которая была преобразована в 1928 г. в Байкальскую лимнологическую станцию, а в 1961 г. в Лимнологический институт Сибирского отделения АН СССР. Комплексный мониторинг состояния окружающей среды в бассейне озера Байкал был начат научными и сетевыми подразделениями Росгидромета в 1960 г.

Ниже приводятся результаты анализа динамики среднемноголетних сезонных концентраций, а также межгодовые изменения содержания основных химических веществ в воде р. Селенга и рек ее бассейна.

5.3.1 Легкоокисляемые органические вещества

Легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) – интегральный показатель, являющийся условной мерой загрязнения воды органическими соединениями, легко подвергающимися (легкоокисляемыми) биохимической деградации. Находящиеся в воде микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности используют растворенный в воде кислород для биохимического окисления органических соединений, в том числе загрязняющих веществ. Количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени в процессе биохимического окисления органических веществ содержащихся в воде, называется биохимическим потреблением кислорода.

Продуктами биохимических превращений органических веществ в поверхностных водах являются прижизненные выделения обитающих в воде организмов и их посмертные остатки. Значительным источником легкоокисляемых органических веществ являются сточные воды хозяйственно-бытовые, пищевой промышленности и др.

Скорость биохимического распада органических загрязняющих веществ зависит от множества факторов: химической природы органических веществ, температуры окружающей среды, исходной концентрации органических веществ и растворенного в воде кислорода, адаптированности микрофлоры к данным веществам.

БПК₅ – потребление растворенного в воде кислорода в течение 5 суток является более надежным показателем содержания нестойких органических веществ, чем полное БПК, поскольку на 7-10 дней от начала инкубации при 20°C может начаться процесс нитрификации (окисление аммиака).

Определение БПК₅ в поверхностных водах используется с целью оценки содержания биохимически подвижных органических веществ, условий обитания гидробионтов и характеристики качества воды. Величина БПК воды используется при контроле эффективности работы очистных сооружений, что позволяет определить время выдерживания сточных вод перед их выпуском, скорость аэрирования.

Органические вещества – важная составная часть химического состава поверхностных вод, в значительной степени определяющая их качество и трофический статус [29].

Несмотря на разнообразие ландшафтов бассейна Селенги – от горной тайги до сухих монгольских степей, почвенный покров территории отличается невысокой гумусностью и соответственно содержание органических веществ в поверхностных водах бассейна не высоко [30].

Значительные концентрации легкоокисляемых органических веществ отмечаются в районе сброса сточных вод – ниже с. Новоселенгинск, в районе г. Улан-Удэ, с. Кабанск, с. Мурзино в пределах ПДК, для отдельных пунктов характерно незначительное превышение ПДК, наибольшее до 2,21 мг/л(O₂) в районе г. Улан-Удэ в половодье (рисунок 25) [3-12].

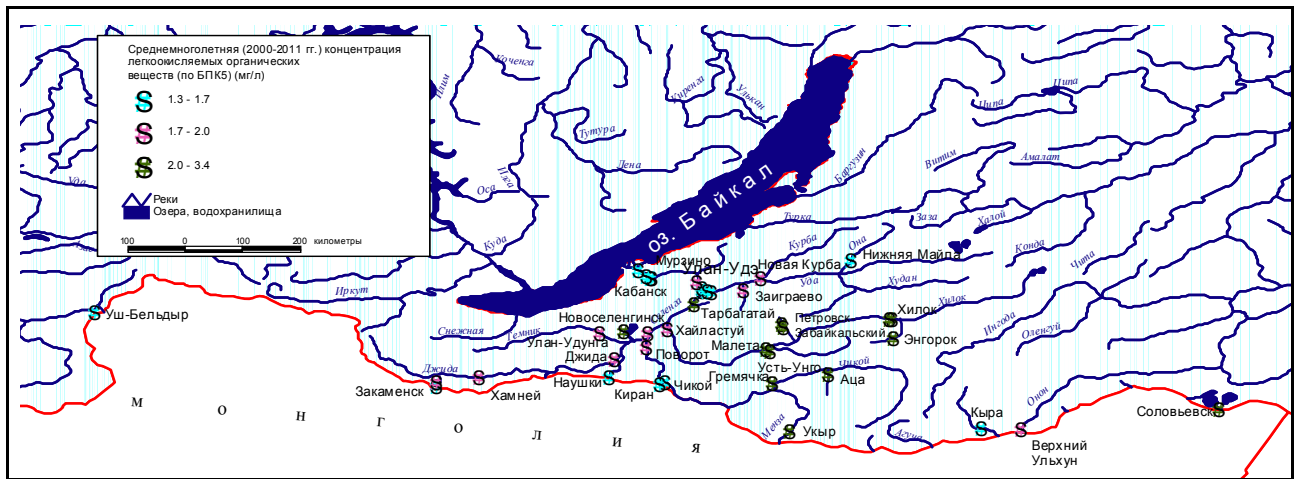


Рисунок 25 - Распределение среднееголетних концентраций легкоокисляемых органических веществ (по BPK₅) в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

Величина BPK₅ воды подвержена сезонным колебаниям и в основном зависит от температуры воды. Наиболее высокие концентрации в воде р. Селенга легкоокисляемых органических веществ отмечали в зимнюю межень в пределах 2,11-2,29 мг/л(O₂) ниже г. Улан-Удэ, в летнюю межень - 1,71-2,46 мг/л(O₂) ниже с. Новоселенгинск.

В целом по реке динамика распределения легкоокисляемых органических веществ (по BPK₅) характеризуется довольно равномерным характером (рисунок 26).

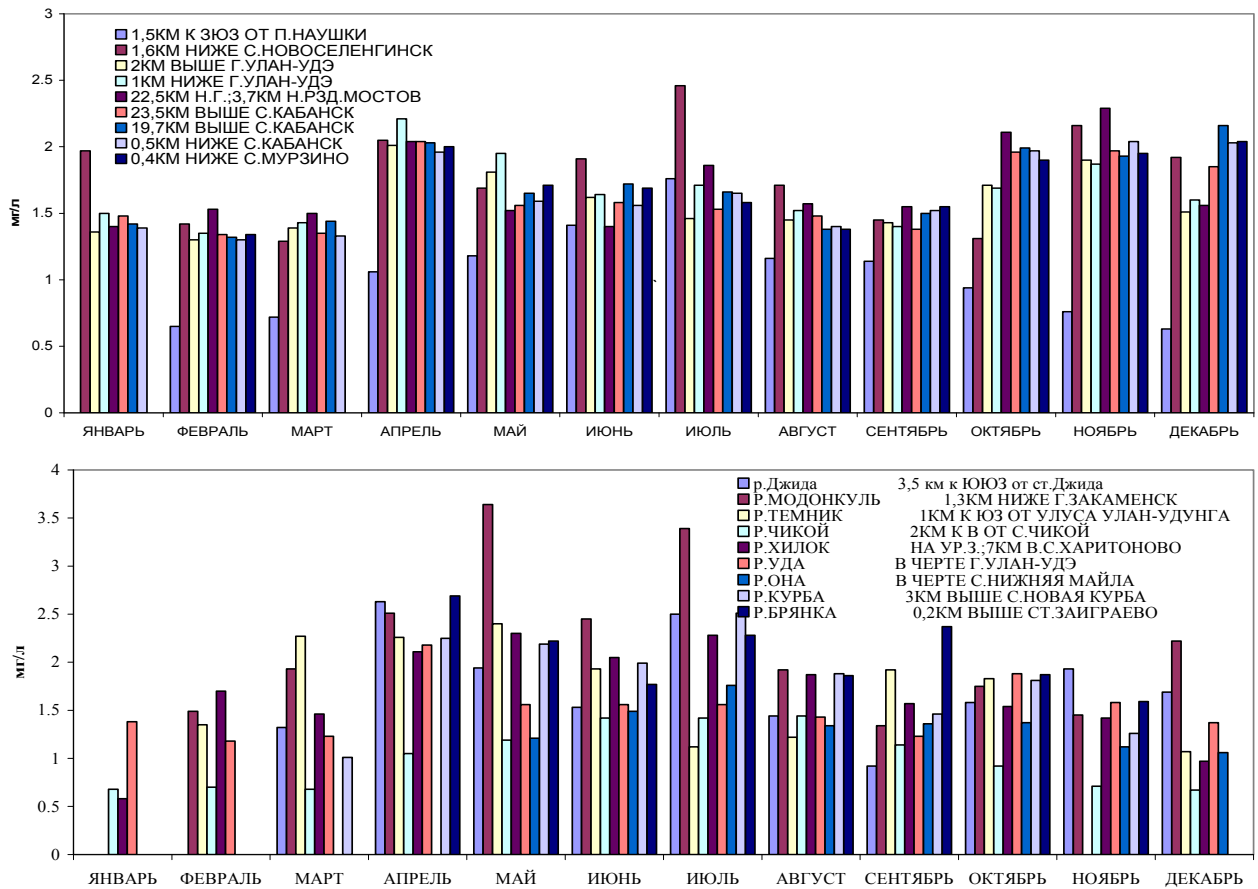
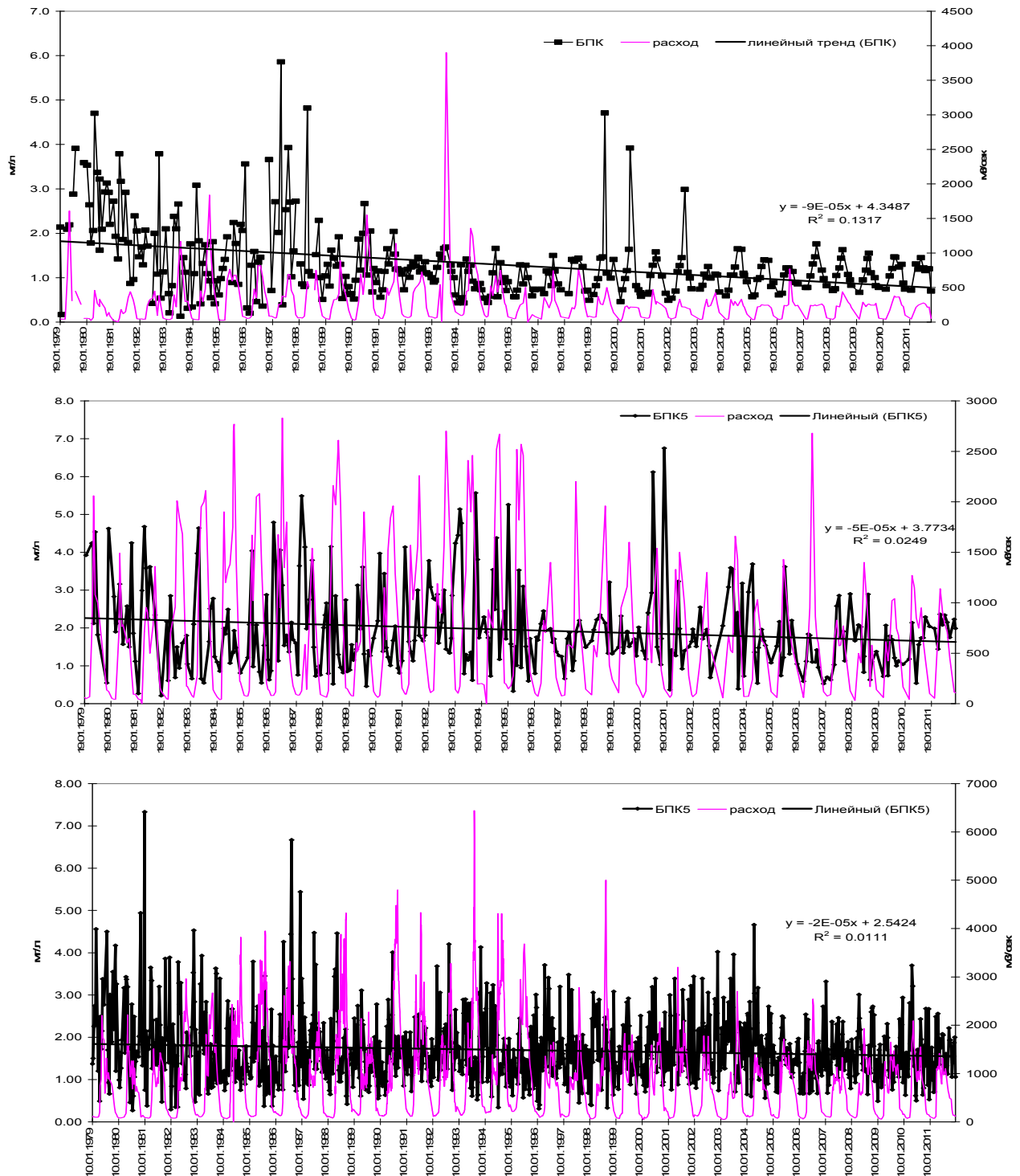


Рисунок 26 - Изменение среднееголетних сезонных концентраций трудноокисляемых органических веществ (по XPK) в воде р. Селенга и рек ее бассейна

Выделяются участки с низким значением БПК₅ воды в отдельные периоды года от 0,63-0,76 до 0,94-1,18 мг/л(O₂) (пос. Наушки). и высокие от 2,01-2,05 до 2,21-2,46 мг/л(O₂) (ниже г. Селенгинск, в районе г. Улан-Удэ). В сезонном изменении минимальные концентрации легкоокисляемых органических веществ на отдельных участках реки отмечались в зимнюю межень, в ноябре, декабре, феврале.

Отмечено заметное снижение величины БПК₅ воды у пос. Наушки, незначительное – ниже с. Новоселенгинск, в створах ниже г. Улан-Удэ, увеличение - в нижнем течении реки ниже с. Кабанск и практическая стабилизация у с. Мурзино (рисунок 27).



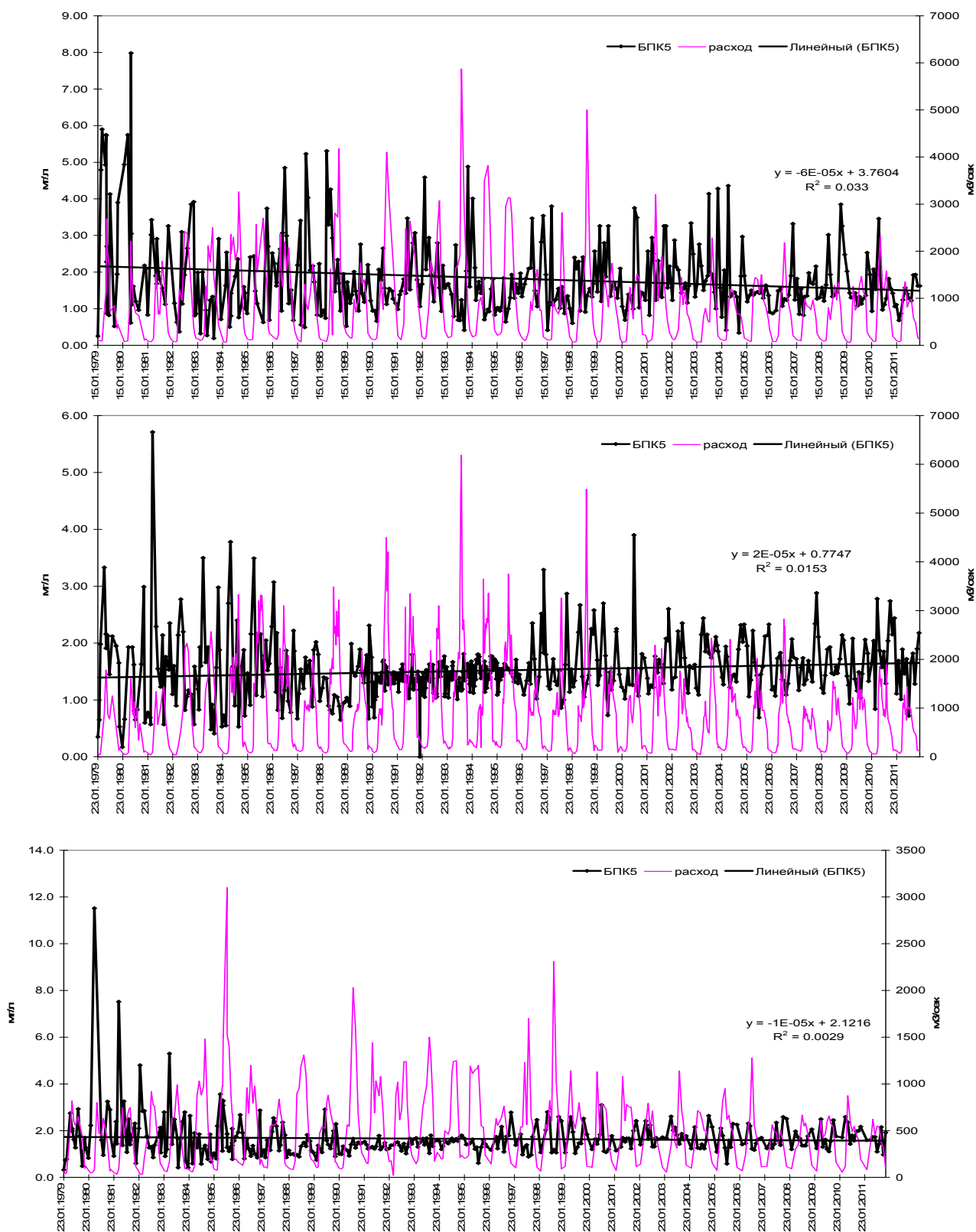


Рисунок 27 – Динамика изменения содержания трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде р. Селенга а) – пос.Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в воде р. Селенга определяется как природными, так и антропогенными факторами. На участке реки от пос. Наушки до с. Новоселенгинск, г. Улан-Удэ в основном зависит от природно-климатических условий на водосборе. Ниже промышленных центров в с. Новоселенгинск, г. Улан-Удэ усиливается роль антропогенных факторов (поступление промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод) наблюдается тенденция увеличения величины БПК₅ воды. В низовье реки при снижении скорости течения создаются благоприятные условия для развития фитопланктона, активизируются продукционные и деструкционные процессы, что также способствует повышению в воде концентраций легкоокисляемых органических веществ, что обуславливает в свою очередь увеличивающийся вынос с водой р. Селенга в оз. Байкал легкоокисляемых органических веществ [30, 31].

Содержание легкоокисляемых органических веществ в воде притоков р. Селенга также подчинено сезонным изменениям. Наиболее низкие концентрации в пределах 0,68-1,70 мг/л(O₂) отмечаются в январе-марте, повышаясь в половодье до величин, превышающих ПДК. Река Модонкуль по сравнению с другими притоками характеризуется наибольшими значениями БПК₅ воды в половодье и в летне-осенние дождевые паводки до 3,39-3,64 мг/л(O₂). Значительное содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в воде р. Модонкуль объясняется не только смывом с поверхностным стоком, но и влиянием сточных вод предприятий Закаменского промышленного комплекса. Заметного изменения в воде большинства притоков Селенги содержания органических веществ по течению рек не выявлено.

В многолетнем плане все реки характеризуются повышенным содержанием легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в половодье и в период летне-осенних паводков, более значительными величинами БПК₅ воды, чем в зимнюю межень (см. рисунок 26).

3.3.2 Трудноокисляемые органические вещества

Трудноокисляемые органические вещества (по ХПК). Состав органических веществ в поверхностных водах формируется под влиянием многих факторов. К числу важнейших из них относятся внутриводоемные биохимические процессы продуцирования и трансформации, поступления с поверхностным и подземным стоком, с атмосферными осадками, а также с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Величина ХПК подвержена значительным и закономерным сезонным колебаниям. Характер сезонных колебаний определяется гидрологическим режимом водного объекта и зависящим от него поступлением органических веществ аллохтонного происхождения с поверхности водосбора, а также гидробиологической активностью, обуславливающей процессы продуцирования трансформации и минерализации органических веществ. В водных объектах, подверженных сильному антропогенному воздействию на изменение величины ХПК значительное влияние оказывает объем и режим поступления сточных вод. Для оценки содержания органических веществ в поверхностных

водах довольно широко используется величина отношения перманганатной окисляемости к бихроматной, которая позволяет судить о природе органического вещества воды: в случае преобладания окрашенных гумусовых соединений эта величина превышает 40 %. Если органическое вещество состоит главным образом из свежесформированных соединений, это отношение меньше 40 %.

В воде рек органические вещества аллохтонного происхождения поступают в большинстве случаев из почв речных пойм. Основную часть суммарных органических веществ составляют гумусовые вещества, в состав органического вещества поверхностных вод также входят разного класса белки, простые и сложные эфиры, карбоновые и аминокислоты, фенолы и другие классы соединений.

Изменения среднесезонных концентраций трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде р. Селенга по сезонам года показано на рисунке 28.

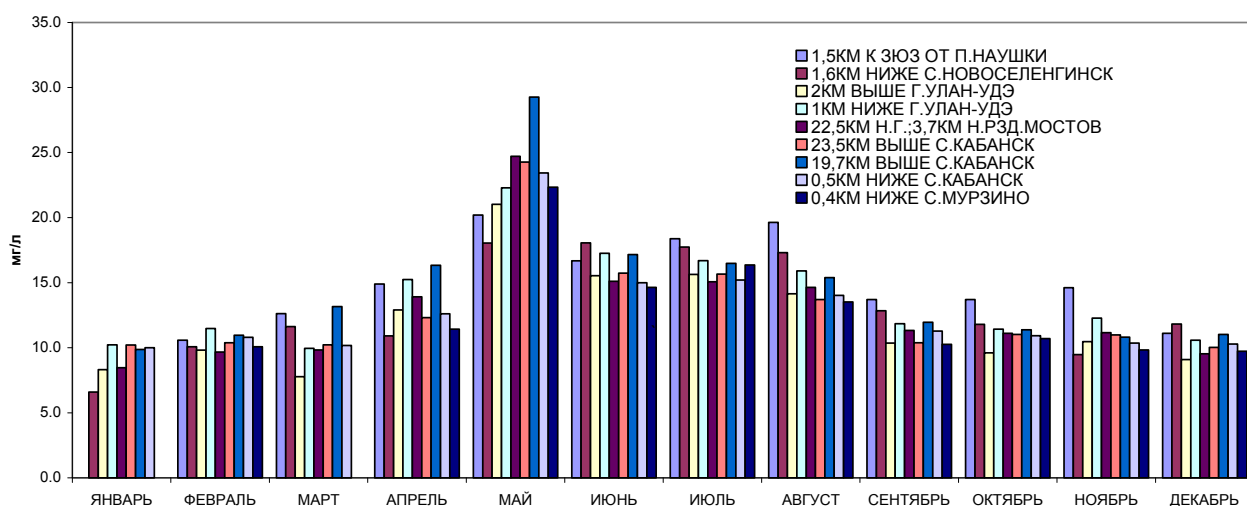


Рисунок 28 - Изменение среднесезонных концентраций трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде р. Селенга

Наиболее низкие значения ХПК характерны для периода зимней межени в пределах 6,60-11,82 мг/л(О) в районе пос. Наушки, ниже с. Новоселенгинск.

Наиболее высокое содержание трудноокисляемых органических веществ по всему течению реки отмечается в половодье от 18,0 до 29,3 мг/л(О). В этот период наблюдается интенсивное вымывание органических веществ из почвы и растительной подстилки. В период летних паводков (чаще всего проходящих в июне) также наблюдаются достаточно высокие концентрации трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) по всему течению реки до величин, превышающих ПДК до 15,1-18,1 мг/л(О), наиболее низкие значения ХПК для этого периода отмечались у с. Мурзино 14,6 мг/л(О).

Заметное влияние на увеличение концентраций трудноокисляемых органических веществ оказывают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды.

В верхнем течении реки (пос. Наушки) величина ХПК характеризуются значениями в основном в пределах или незначительно превышающих ПДК (рисунок 29). Ниже с. Новоселенгинск, г. Улан-Удэ, с. Кабанск величина ХПК увеличивается до 18,0-21,0-22,3 мг/л(О), снижаясь у с. Мурзино в летне-осеннюю и зимнюю межень до величин, превышающих ПДК.

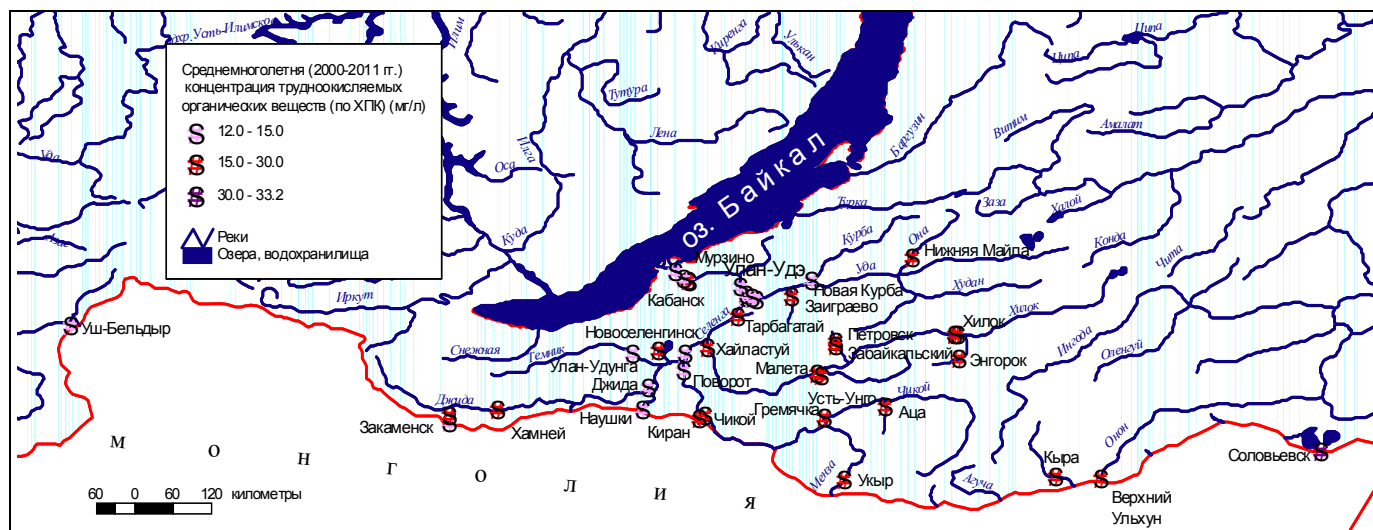


Рисунок 29 - Распределение среднееголетних концентраций трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

В отдельные годы в летне-осеннюю межень (июль-август) в воде практически всех пунктов на р. Селенга отмечалось значительное содержание трудноокисляемых органических веществ до 16,5-18,4-19,6 мг/л(О), предположительно обусловленное временным повышением водности и соответственно смывом с берегов рек.

По длине реки концентрации трудноокисляемых органических веществ изменяются в широких пределах, но в основном зависят от сезонов года, температуры воды, почвенно-растительного покрова, условий водности, а также объемов промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод в пунктах, находящихся в зонах крупных промышленных и развитых сельскохозяйственных комплексов. Наличие этих факторов, и в первую очередь изменчивость водного стока, обуславливают трудности выявления строгих закономерностей в распределении в поверхностных водах бассейна Селенги трудноокисляемых органических веществ.

Следует отметить, что вышеупомянутые условия формирования трудноокисляемых органических веществ в воде р. Селенга наиболее стабильны в зимний меженный период, что и обуславливает небольшой разброс значений величин ХПК на разных участках реки от пос. Наушки до с. Мурзино с октября по март.

Изменения содержания трудноокисляемых органических веществ в воде притоков Селенги также подчиняются сезонным закономерностям, наиболее высокие концентрации отмечаются в половодье и в периоды летне-осенних паводков (рисунок 30).

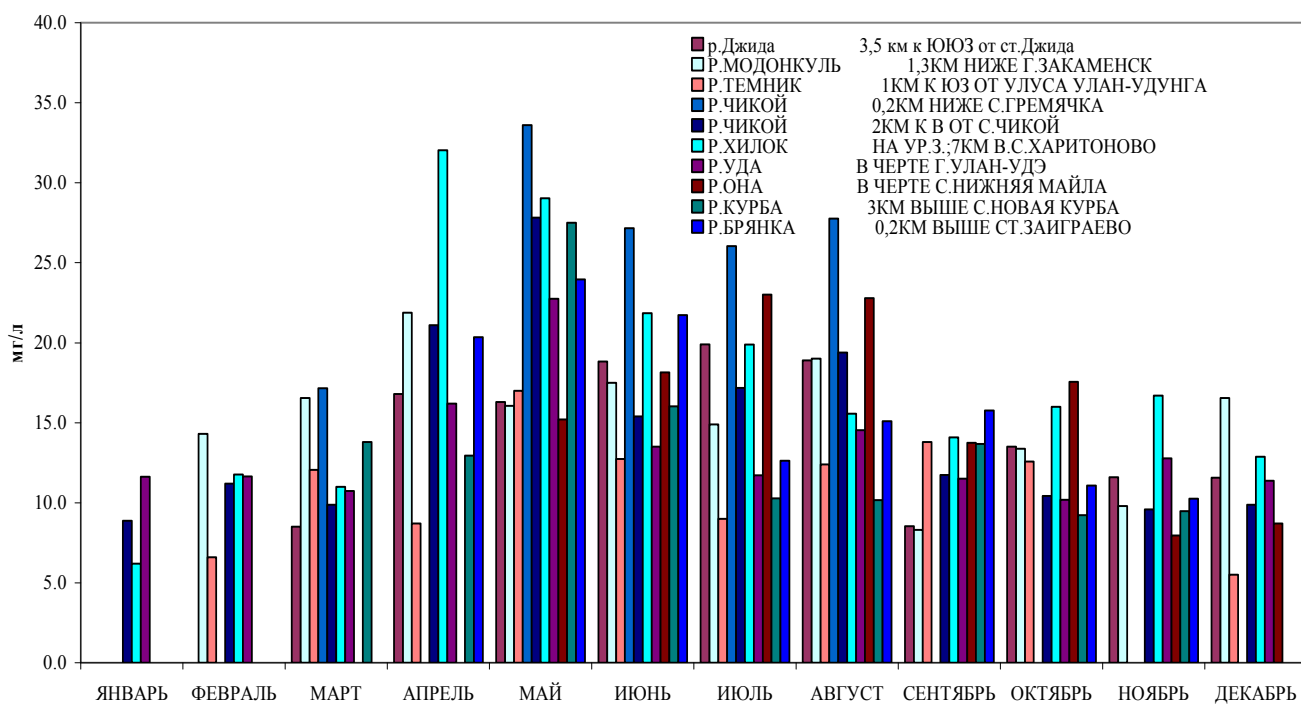


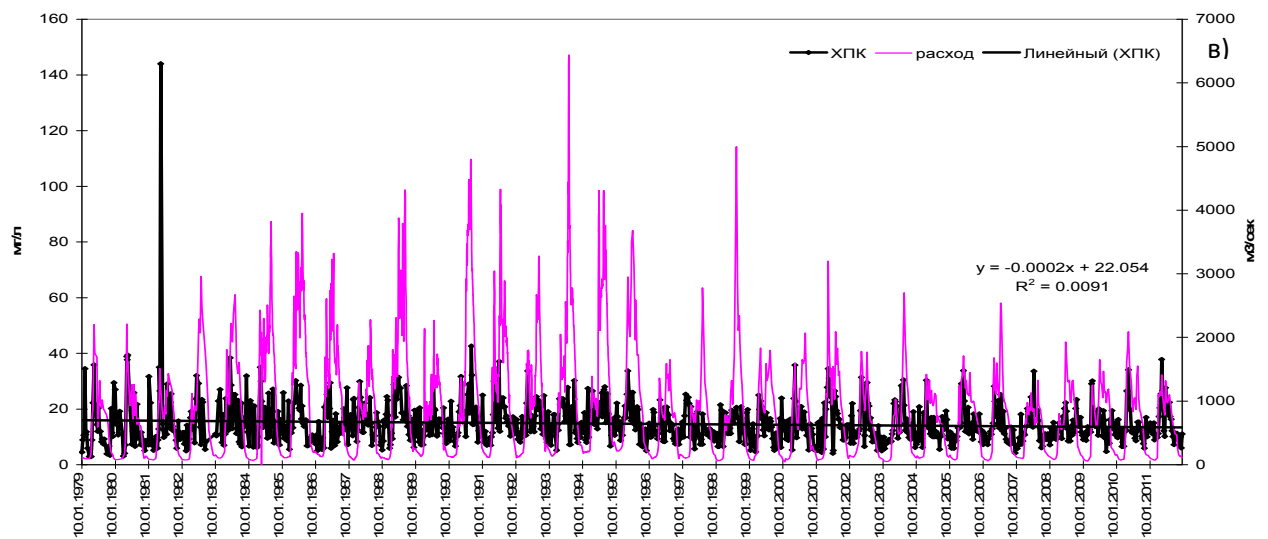
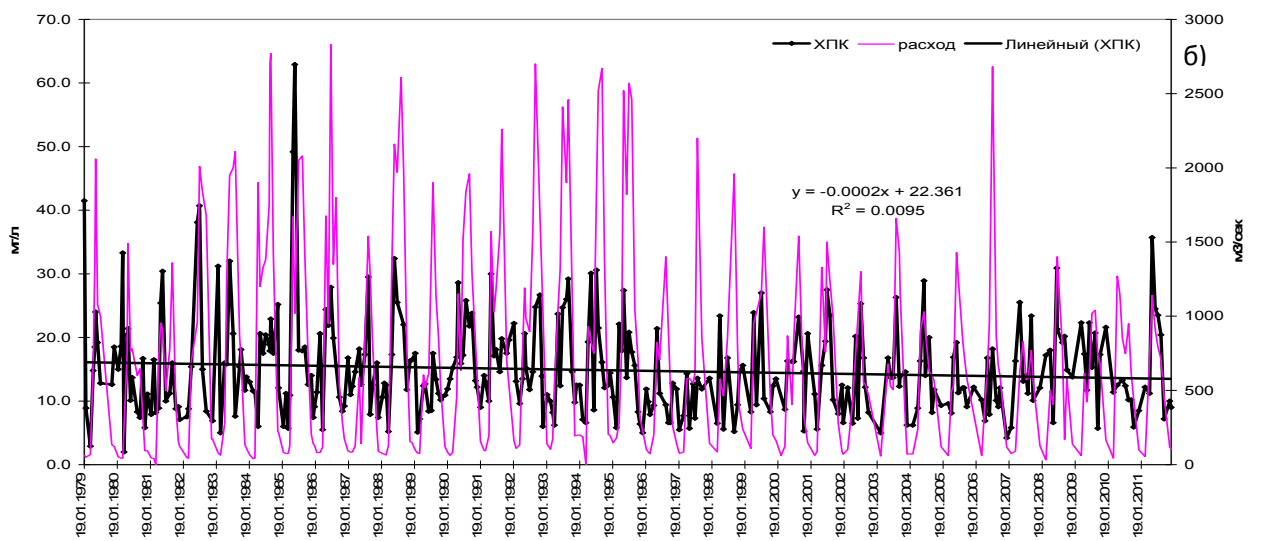
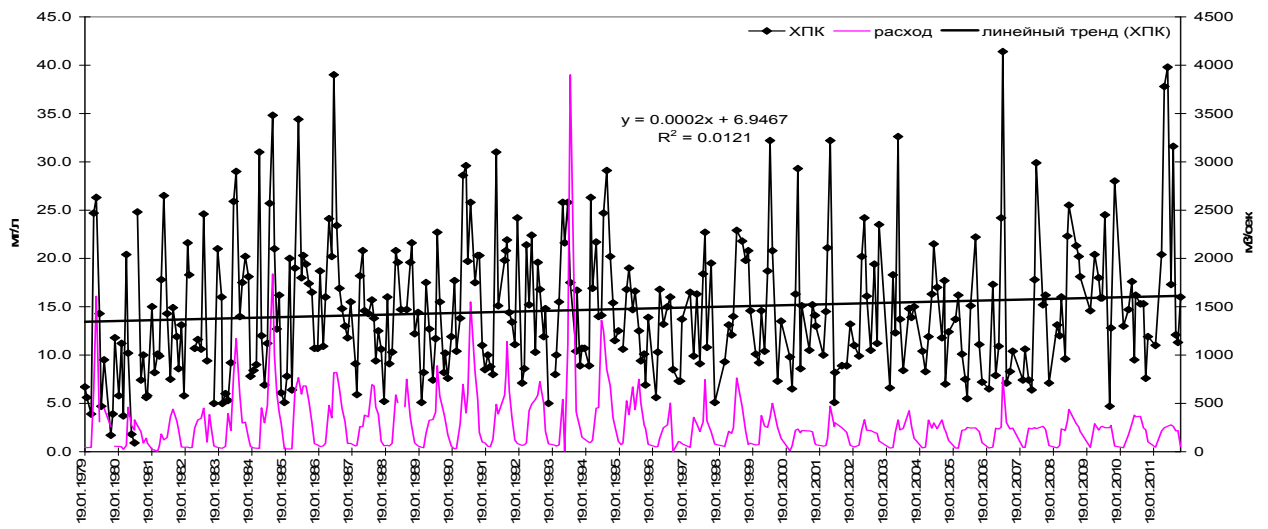
Рисунок 30 - Изменение среднемноголетних сезонных концентраций трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде притоков р. Селенга

Реки Уда, Темник, Чикой, Хилок оцениваются более высокими величинами ХПК до 23,0-33,1 мг/л(О). На этих реках ландшафтные условия характеризуются наличием горной тайги южно-сибирского типа, по долинам рек расположены степи и лесостепи. С гидрологической точки зрения для рек характерно преобладание дождевых паводков со стоком весеннего половодья.

За период половодья на этих реках проходит 20% годового стока, а во время дождевых паводков – около 60% . Объем стока летне-осенней межени на отдельных реках составляет 14-18 %, зимней – 2 % общего годового стока, что соответственно обуславливает сезонную зависимость содержания трудноокисляемых органических веществ в воде этих рек.

В долговременном аспекте отмечается незначительное изменение содержания в воде р. Селенга величин ХПК у пос. Наушки, с. Новоселингинск, ниже г. Улан-Удэ, ниже с. Кабанск, с. Мурзино, более заметное в створе 22 км ниже г. Улан-Удэ (рисунок 31).

Рядом авторов [32-34] показано, что соотношение ПО/БО, где ПО – перманганатная окисляемость, БО – бихроматная окисляемость; в воде р. Селенга в открытый период изменяются от 32 до 44 %; пониженное значение этого соотношения свидетельствует о том, что в составе органических веществ преобладают органические соединения с алифатической структурой [35], что обусловлено особенностями их формирования, наличием в бассейне Селенги почв с низким содержанием гумуса и преобладанием в нем фульвокислот [30].



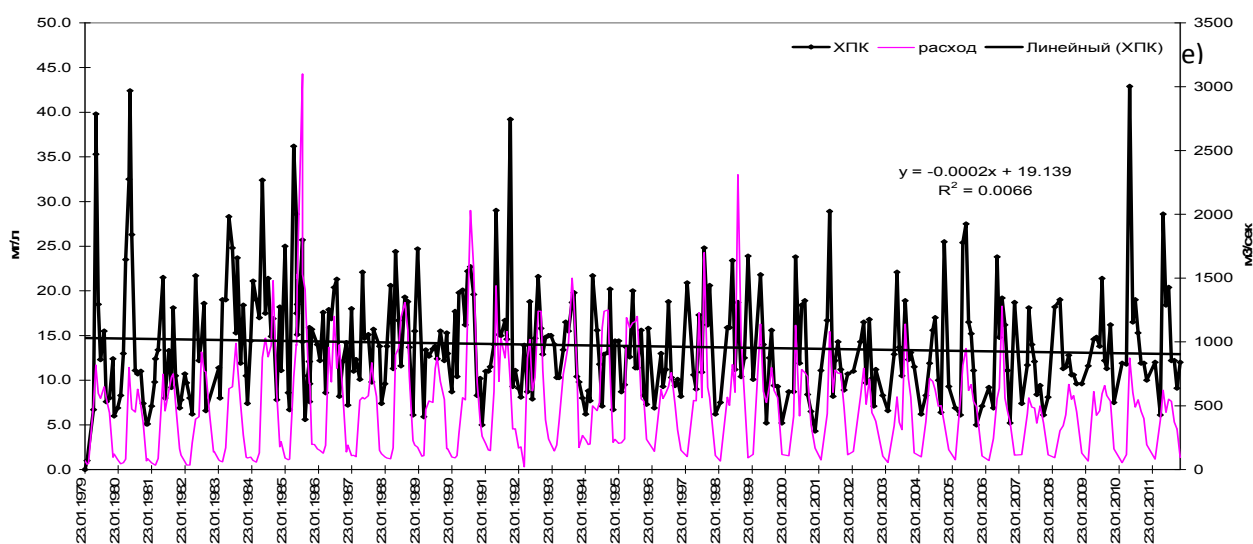
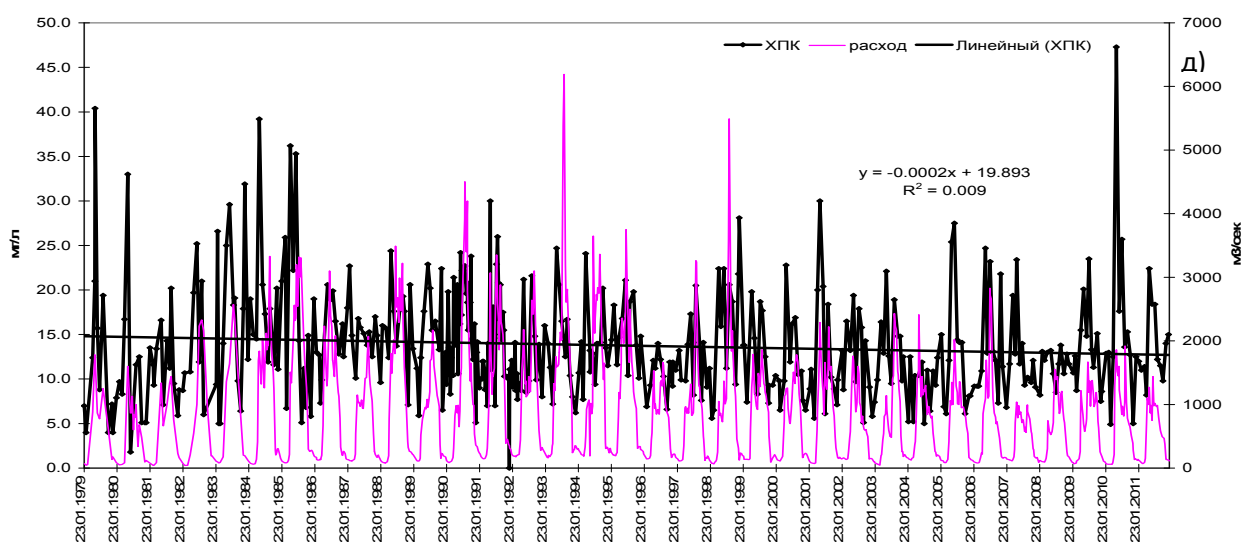
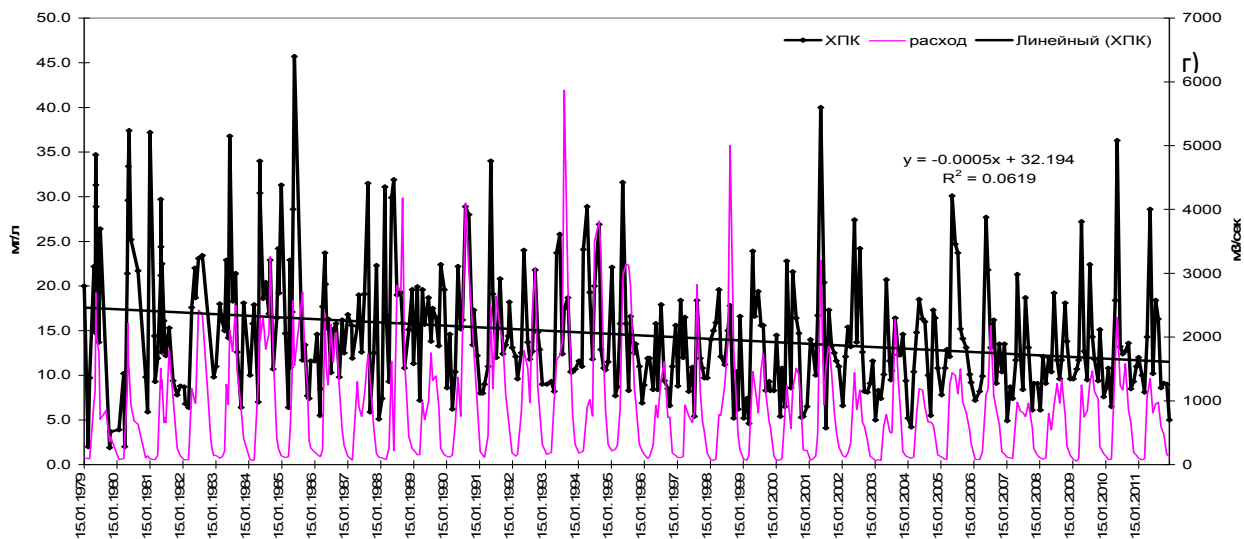


Рисунок 31 – Динамика изменения содержания трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в воде р. Селенга а) – пос.Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

5.3.3 Аммонийный азот

Аммонийный азот в поверхностных водах находится в основном в растворенном состоянии в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной рН и температурой воды. Некоторая часть аммонийного азота может мигрировать в сорбированном состоянии на минеральных и органических взвесах, а также в виде различных комплексных соединений.

Присутствие аммонийного азота в незагрязненных поверхностных водах связано главным образом с процессами биохимической деградации белковых веществ, мочевины, дезаминирования аминокислот, т.е. с отмиранием водных организмов, особенно в зонах их скопления в придонном слое, в слоях повышенной плотности фито- и бактериопланктона. Значительное количество аммонийного азота поступает с поверхностным стоком, с атмосферными осадками. Естественными источниками иона аммония (NH_4^+) являются прижизненные выделения гидробионтов. В некоторых случаях ионы аммония могут образовываться в результате анаэробных процессов восстановления нитратов и нитритов. Высокие концентрации ионов аммония наблюдаются в воде водных объектов в районе поступления бытовых и промышленных сточных вод предприятий пищевой, лесохимической, химической и др. отраслей промышленности.

Для аммонийного азота, содержащегося в воде р. Селенга и некоторых рек ее бассейна характерны сезонные колебания концентраций с понижением весной и в начале лета в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, и повышением в конце лета – начале осени при усилении процессов бактериального разложения органического вещества в периоды отмирания водных организмов, особенно в зонах их скопления: в придонном слое водоема, в слоях повышенной плотности фито- и бактериопланктона. В осенне-зимний период повышенное содержание аммонийного азота связано с продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления ионов аммония фитопланктоном и уменьшения скорости их биохимического окисления из-за низких температур. Аммонийные ионы в водной среде неустойчивы. В присутствии растворенного в воде кислорода они легко подвергаются биохимическому и фотохимическому окислению до нитритного азота, а затем до нитратного. По этой причине в воде незагрязненных водных объектов содержание аммонийного азота не превышает тысячных долей мг/л, иногда повышаясь до сотых долей в осенне-зимний период. В некоторых водных объектах, содержащих значительное количество органического вещества, в конце длительного подледного периода при дефиците растворенного в воде кислорода содержание аммонийного азота может возрасти до десятых долей мг/л.

Повышенное содержание ионов аммония указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта, опасность аммонийного азота для гидробионтов возрастает с повышением рН воды.

Увеличение концентрации аммонийного азота в воде в весенне-летний период, как правило, является показателем свежего загрязнения воды р. Селенга, в отдельные годы это явление наблюдалось в 1 и 22 км ниже г. Улан-Удэ, ниже с. Новоселенгинск, в районе с. Кабанск. В воде притоков Селенги наиболее высокие концентрации аммонийного азота отмечались в р. Модонкуль, ниже г. Закаменск (рисунки 32 и 33).

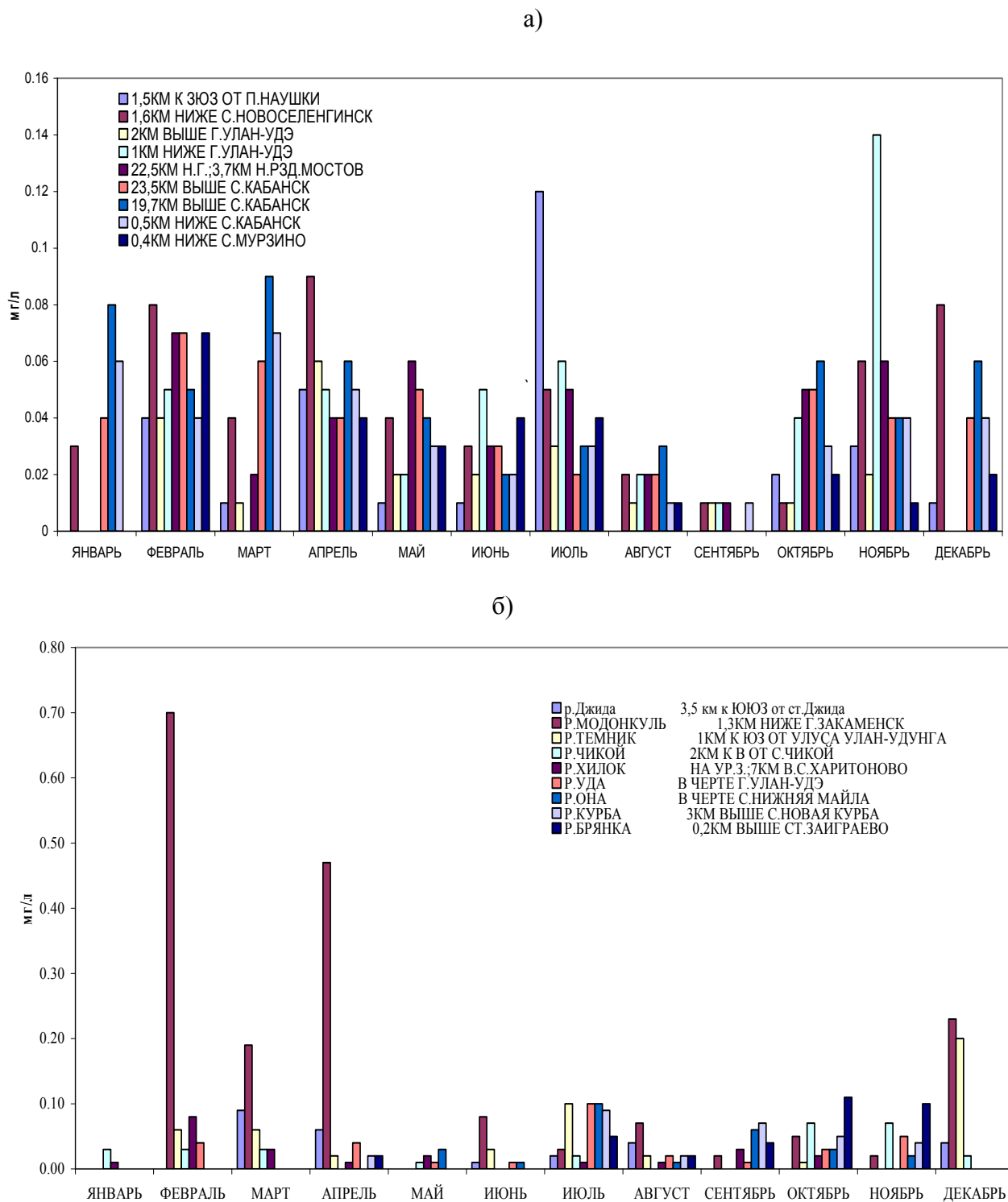


Рисунок 32 - Изменение среднемноголетних сезонных концентраций аммонийного азота в воде

а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

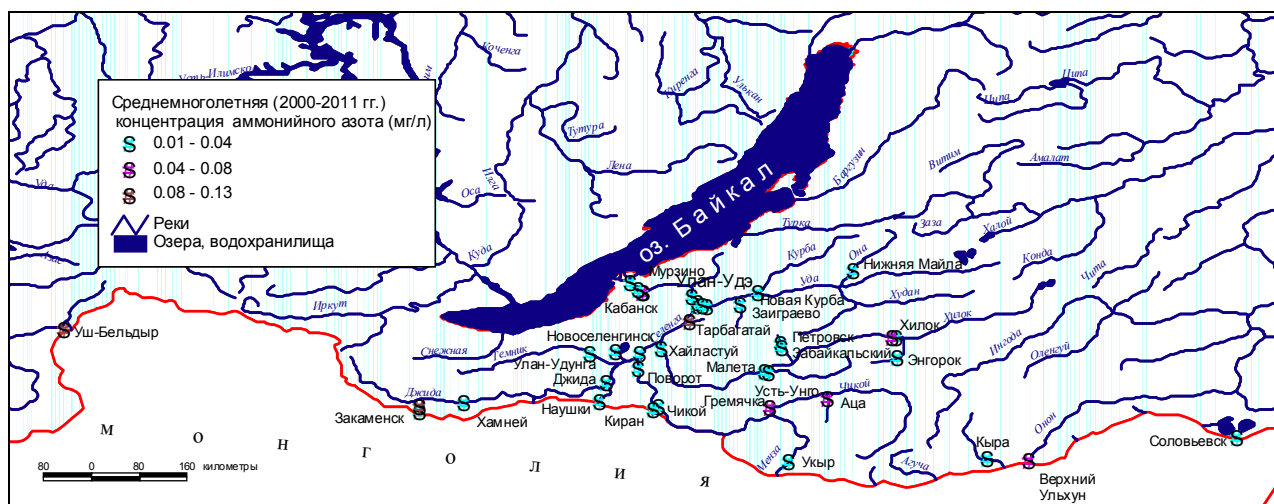


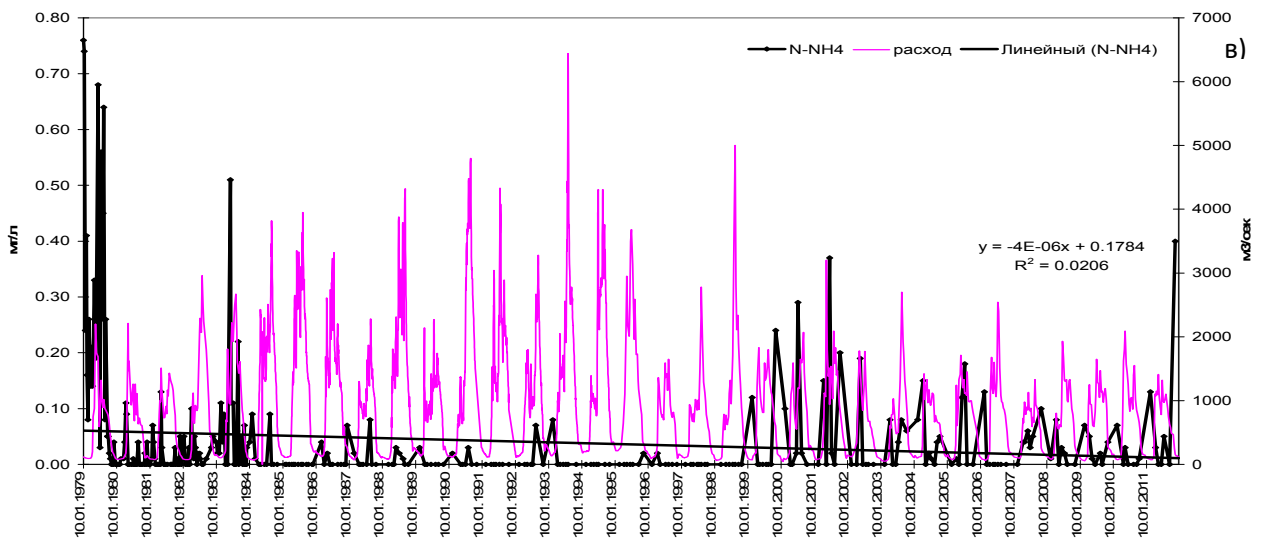
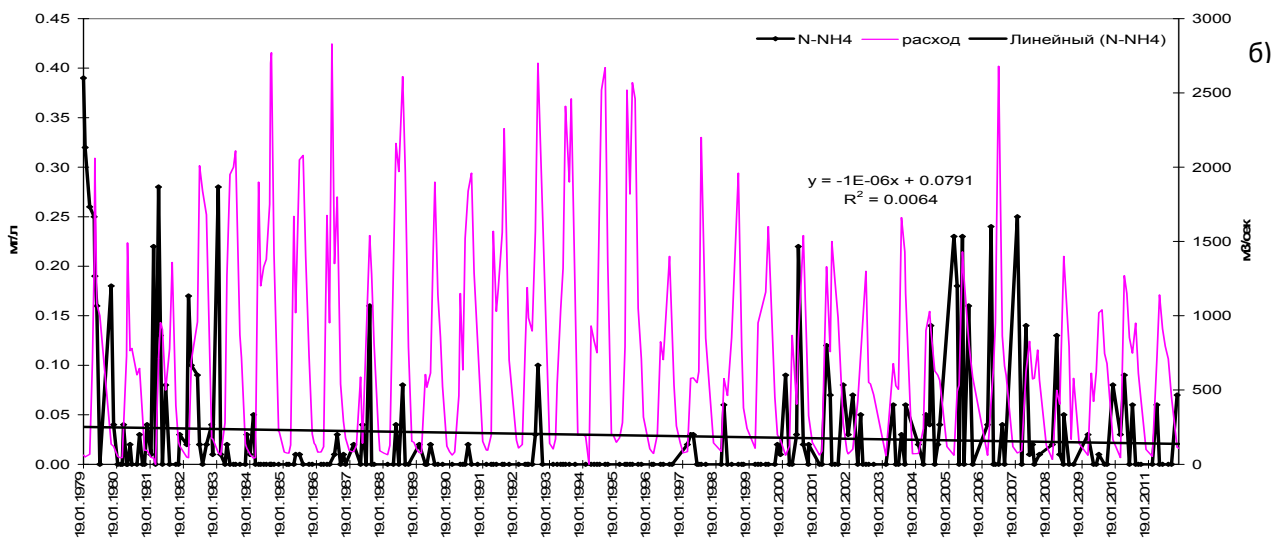
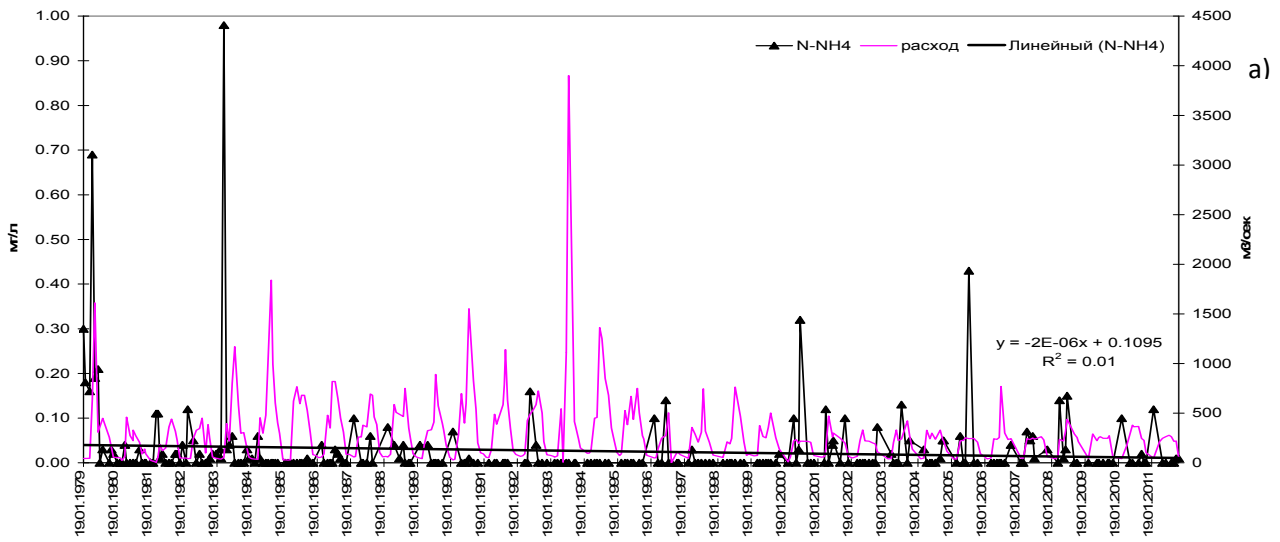
Рисунок 33 - Распределение среднегодовых концентраций аммонийного азота в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек

Анализ многолетней динамики изменения содержания аммонийного азота показал, накопление аммонийного азота в воде р. Селенга не происходит, наблюдается его снижение во всех пунктах (рисунок 34).

5.3.4 Нефтепродукты и полициклические, ароматические углеводороды

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных в глобальном масштабе опасных веществ, вызывающих тяжелые экологические последствия загрязнения ими водных объектов. Основными источниками поступления нефти и нефтепродуктов в водные объекты являются сточные воды предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической, металлургической и др. отраслей промышленности. Нефтепродукты часто попадают в воду в результате аварий при перевозке их водным путем, с льяльными водами в результате интенсивного судоходства, а также с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Нефть и продукты ее переработки представляют чрезвычайно сложную, непостоянную и разнообразную смесь компонентов, основными группами которой являются углеводороды – алифатические, нафтеновые, ароматические, в том числе ПАУ, а также окисленные гетероциклические соединения – смолы и асфальтены (смолистые компоненты). ПАУ составляют преобладающую часть нефтепродуктов (от 70 до 90 %). Содержание смол в составе нефтепродуктов может колебаться от 1 до 30 %, асфальтенов от 0 до 8 %. Перечисленные компоненты нефти обладают разной устойчивостью, опасностью для экосистемы и физико-химическими свойствами, определяющими особенности их поведения в водном объекте.



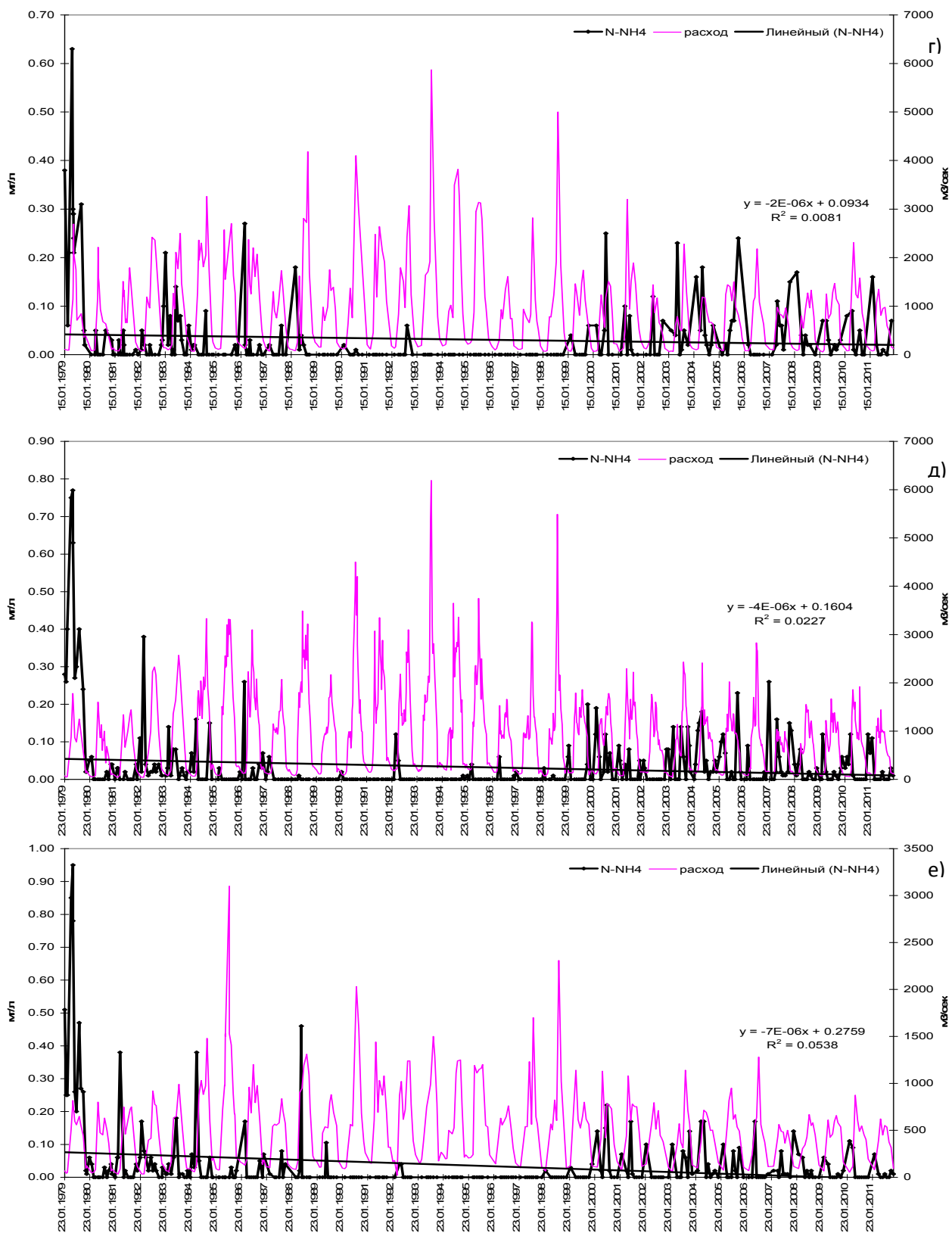


Рисунок 34 – Динамика изменения содержания аммонийного азота в воде р. Селенга

а) – пос. Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ,

г) – 22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

При хроническом загрязнении водных объектов нефтью и продуктами ее переработки смолистые компоненты могут накапливаться в водной толще, а особенно в донных отложениях, их доля в общей сумме нефтяных компонентов становится выше, чем в исходном продукте (50 и более процентов).

В водных объектах нефтепродукты находятся в виде различных миграционных форм: пленочной, растворенной эмульгированной, сорбированной донными отложениями и частицами взвесей. Количественное соотношение этих форм определяется рядом факторов, важнейшими из которых являются условия поступления в водный объект, расстояние от источника загрязнения, скорость течения и перемешивания водных масс, состав нефтепродуктов, их растворимость, плотность, вязкость и т.д.

Обычно при поступлении в водный объект нефтепродукты распределяются таким образом, что преобладающими являются содержащиеся в водной массе и сорбированные формы. На долю сорбированных форм может приходиться до 60-70 %. Содержание нефтепродуктов в пленке, выраженное в мг/м², составляет 0,1-5 % от количества их в водной массе под этим слоем пленки, возрастая до 10-15 % в мелководных водоемах или на отдельных участках водного объекта.

Негативное влияние нефтепродуктов выражается в изменении вкуса, запаха, цвета, рН воды; нарушении газового режима, теплового обмена, цикла репродукции кислорода-фотосинтеза, естественного обмена энергией. Многие нефти и нефтепродукты обладают высокой токсичностью, а также проявляют мутагенные и канцерогенные свойства, что губительно сказывается на условиях обитания всего гидробиологического сообщества. Наибольшую опасность представляют 4-7 ядерные ПАУ (бенз(а)пирен, дибензантрацен, метилхолантрен и др.), обладающие канцерогенными свойствами, и низкомолекулярные алифатические, нафтеновые и ароматические углеводороды, которые оказывают токсическое и наркотическое воздействие на водные организмы. Даже при низких концентрациях нефтепродуктов в воде, в том числе и ПАУ, происходит их накопление в тканях и органах рыб, вызывая их хроническое отравление.

ПАУ относятся к числу наиболее опасных веществ, загрязняющих водные объекты. Основные источники образования канцерогенных и токсических ПАУ имеют антропогенное, техногенное (промышленность, транспорт) и абиогенное (вулканическая деятельность, месторождения полезных ископаемых) происхождение. Самый значительный вклад вносят техногенные источники, основными из которых являются отопительные системы, выхлопные газы автотранспорта и авиации, промышленные выбросы. Значительная часть ПАУ при этом попадает в гидросферу с осадками. Непосредственными источниками поступления ПАУ в водные объекты являются сточные воды предприятий нефтеперерабатывающей, коксохимической и других видов переработки горючих ископаемых.

В водных объектах ПАУ, также как и нефтепродукты, находятся в различных миграционных формах: пленочной, растворенной, эмульгированной, сорбированной донными отложениями и взвешенными веществами. Количественное соотношение содержания ПАУ в разных формах в основном определяется теми же факторами, что и для нефтепродуктов.

ПАУ представляют сложную смесь веществ, молекулы которых состоят из двух и более конденсированных бензольных колец и содержат атомы углерода и водорода. В зависимости от расположения колец в молекуле (линейное, угловое, кластерное) различные ПАУ обладают разной токсичностью и канцерогенностью.

В воде концентрации ПАУ могут понижаться за счет процессов сорбции донными отложениями и химической, фотохимической или биохимической трансформации (окисления). При этом донные отложения при определенных условиях могут послужить источником вторичного загрязнения воды.

Содержание нефтепродуктов в воде р. Селенга у большинства пунктов характеризуется величинами ниже ПДК (0,02-0,04 мг/л) (рисунок 35).

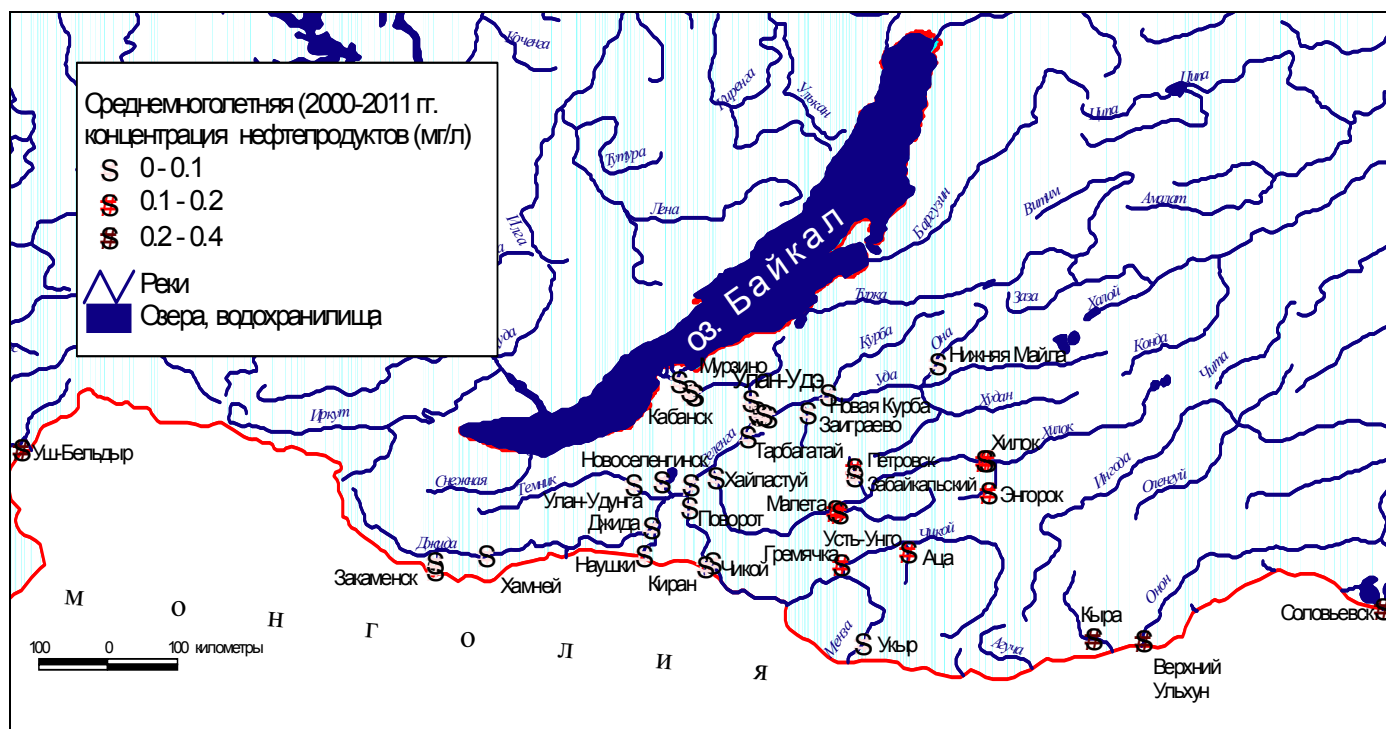


Рисунок 35 - Распределение среднегодовых концентраций нефтепродуктов в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

У пос. Наушки, с. Новоселенгинск, в районе с. Кабанск в период открытого русла отмечались концентрации нефтепродуктов в пределах или незначительно превышающие ПДК (0,05; 0,06; 0,07 мг/л) (рисунок 36) [3-12].

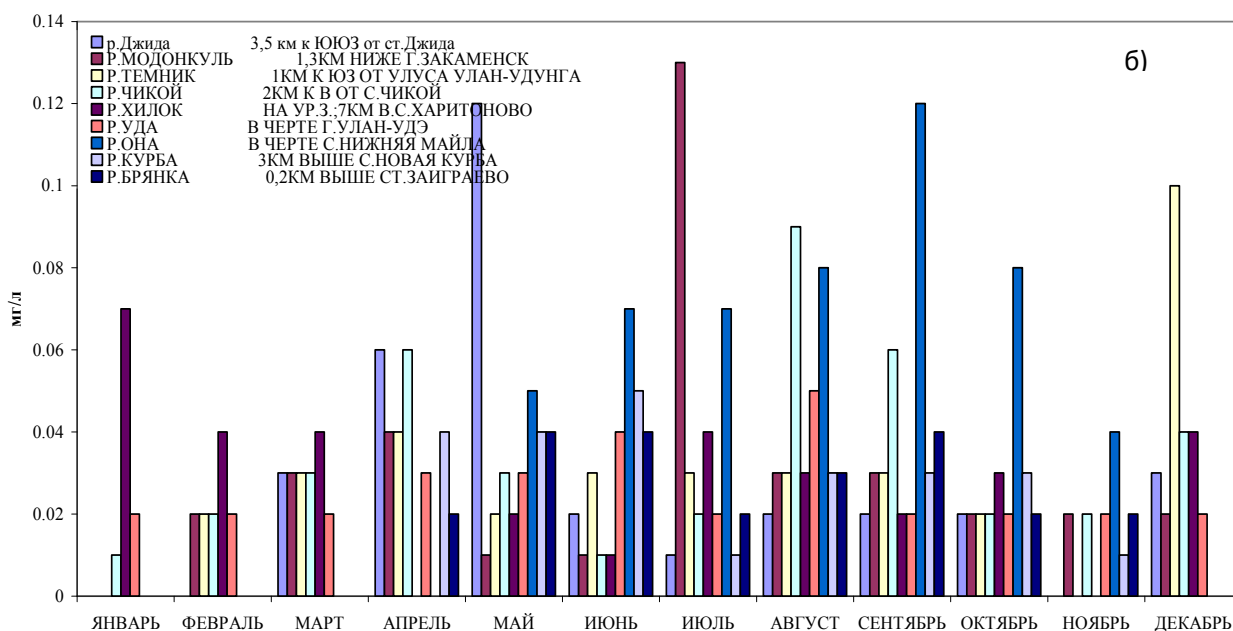
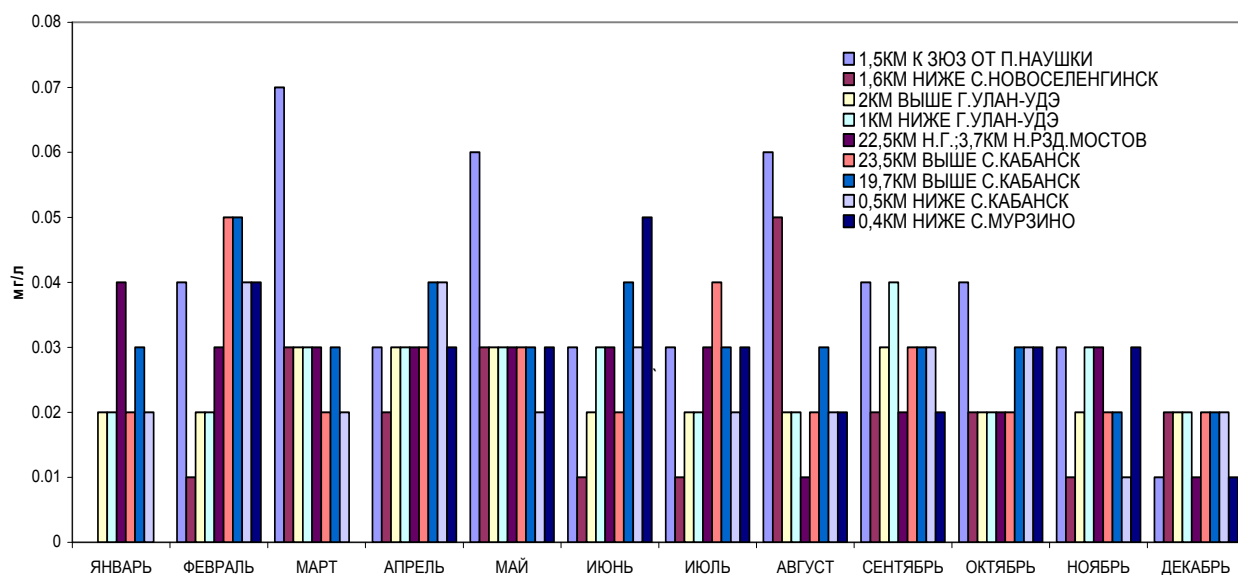
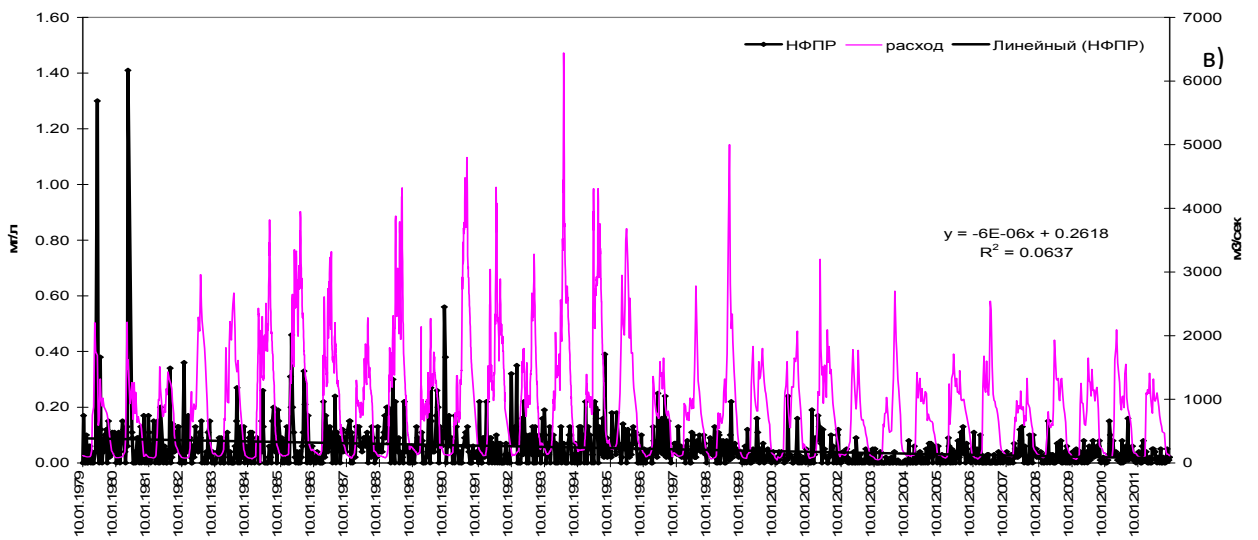
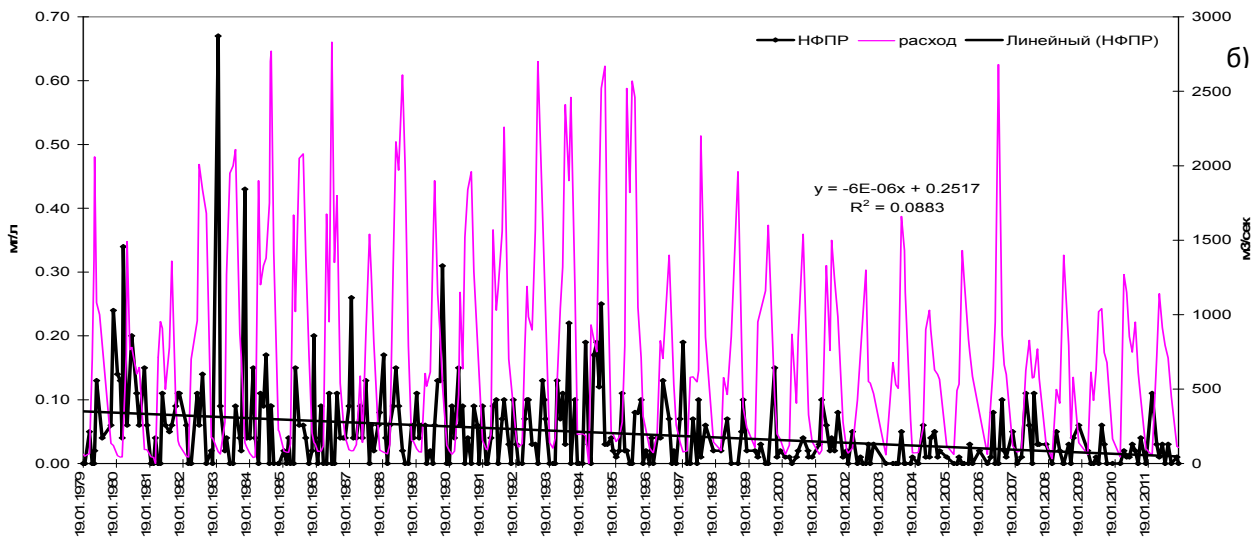
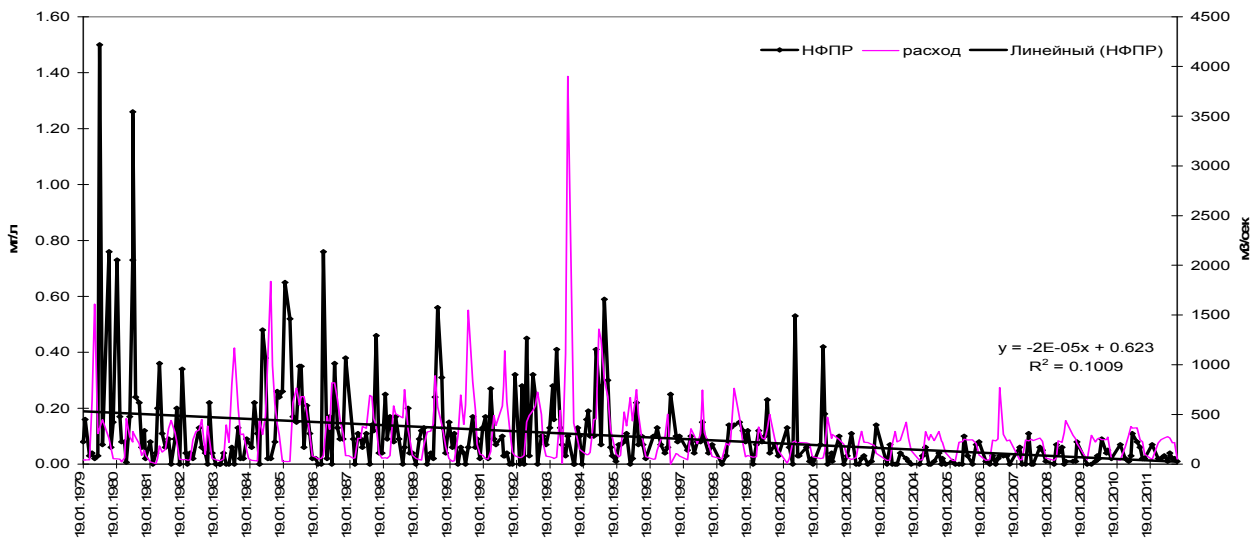


Рисунок 36 - Изменение среднемноголетних сезонных концентраций нефтепродуктов в воде

а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

В воде большинства притоков Селенги концентрации нефтепродуктов в осенне-зимний период также незначительны (0,01-0,04 мг/л). Реки Модонкуль, Джида, Темник, Чикой, Она характеризуются более высоким содержанием нефтепродуктов до 0,06-0,13 мг/л, отмечаемые в период с апреля по октябрь. Исключение составляют р. Модонкуль и р. Темник, где обнаруживали нефтепродукты до 0,07 и 0,10 мг/л в январе и декабре соответственно.

Анализ изменения содержания нефтепродуктов в воде р. Селенга в многолетнем плане, в том числе и по течению реки, показал, что накопление нефтепродуктов в водной толще не происходит и характеризуется убывающим трендом (рисунок 37).



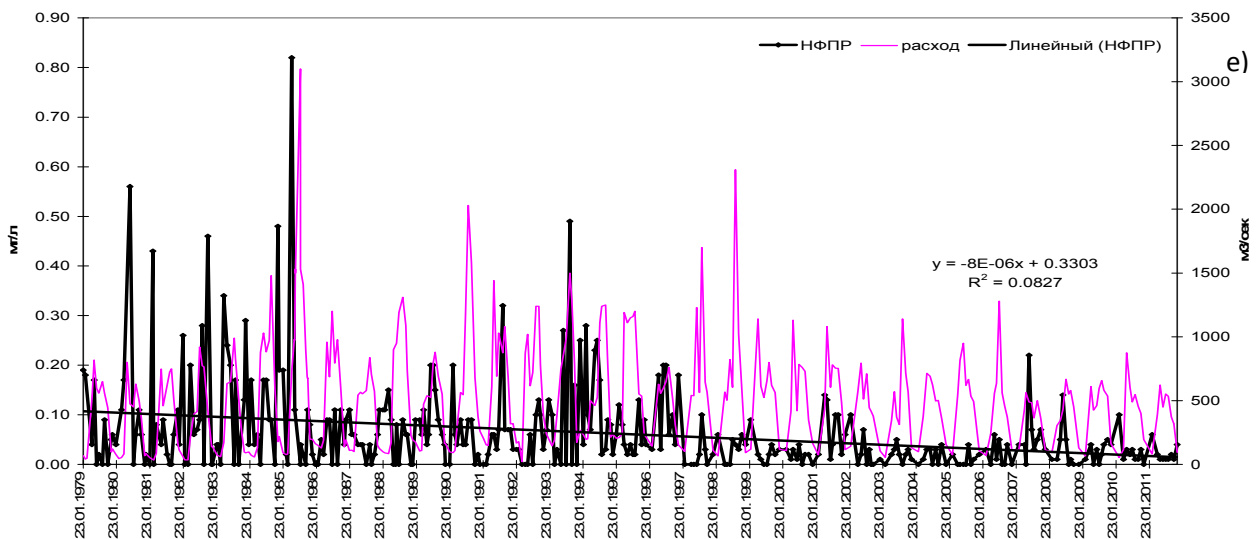
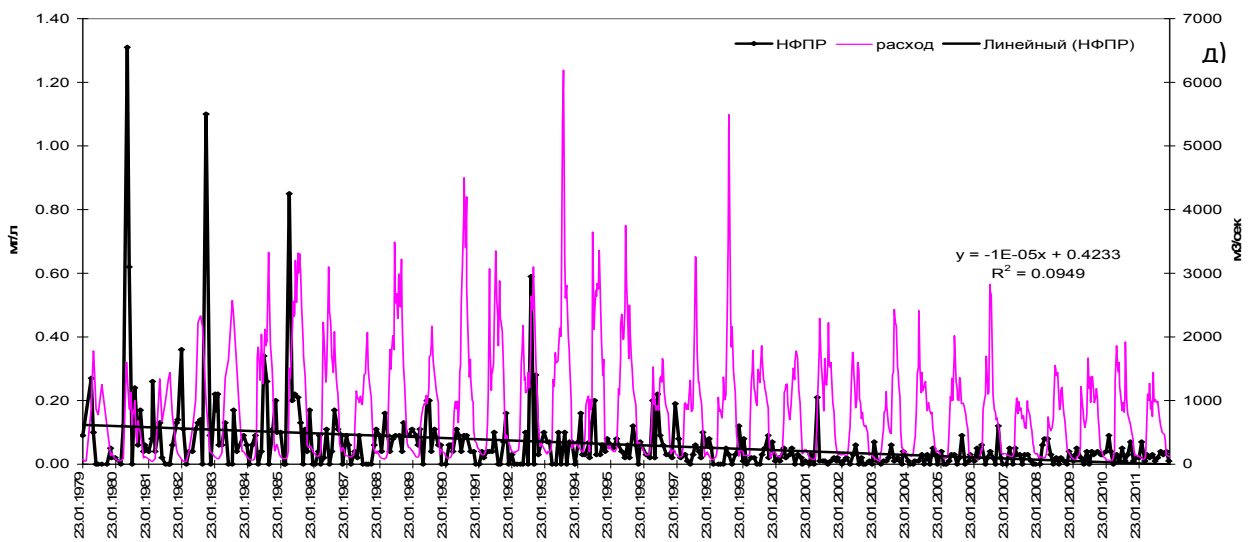
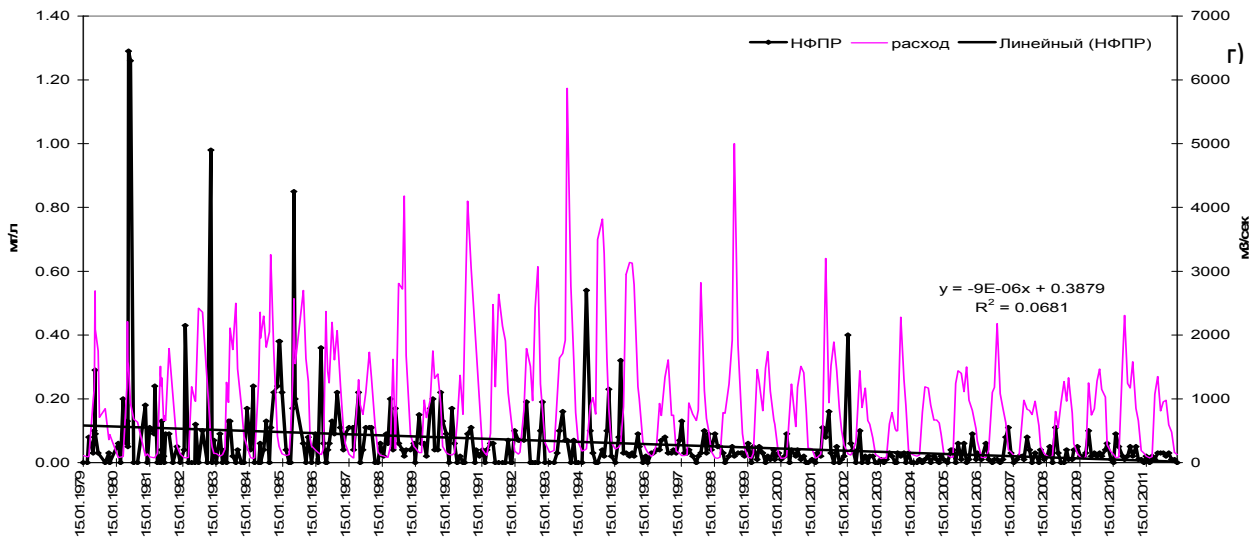


Рисунок 37 – Динамика изменения содержания нефтепродуктов в воде р. Селенга а) – пос.Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

5.3.5 Соединения металлов

Среди компонентов химического состава поверхностных вод соединения металлов занимают одно из важных положений. Это обстоятельство обусловлено их специфическими свойствами в водной среде: поливалентностью, высокой реакционной способностью, биологической активностью, благодаря которым металлы участвуют практически во всех физико-химических, химических и биологических процессах, протекающих в водных объектах. Соединения металлов в поверхностных водах представлены большим многообразием форм, в том числе миграционных. Формы нахождения металлов зависят от большого числа факторов: величины рН, качественного и количественного состава органических и неорганических компонентов, количества и состава взвешенных веществ и донных отложений, гидробиологического состояния водного объекта. Характерной особенностью соединений металлов является их перераспределение между отдельными компонентами водной экосистемы.

В поверхностных водах металлы представлены во взвешенных, растворенных и коллоидных формах. В каждую форму металлы входят в виде различных соединений.

Миграционная способность взвешенных форм металлов определяется главным образом геохимическим и гранулометрическим составом взвешенных веществ в водной среде. Большая часть соединений металлов находится в твердой фазе в виде включений в состав различных минералов, осажденных гидроксидов, карбонатов, сульфидов и силикатов, а также в составе зоопланктона, фитопланктона, бактерий и детрита.

Коллоидные формы главным образом характерны для полигидроксидов алюминия, железа и марганца. Коллоидные формы мало устойчивы и при изменении условий среды переходят в состав растворенных или взвешенных форм. В поверхностных водах, содержащих значительное количество органических веществ (чаще всего гумусовых) образуются более устойчивые органоминеральные коллоидные формы металлов.

Растворенные формы соединений металлов отличаются большим разнообразием, они участвуют в процессах гидролиза, гидролитической полимеризации и комплексообразования с неорганическими и органическими лигандами. Растворенные и свободные ионные формы соединений металлов наиболее токсичны, в повышенных концентрациях оказывают негативное влияние не только на водные экосистемы, но и на человека. При связывании ионов металлов в неорганические комплексы и комплексные соединения с высокомолекулярными органическими веществами природного происхождения (гумусовые вещества, белковоподобные соединения и др.) происходит существенное снижение токсичности металлов.

К числу наиболее распространенных и наиболее вредных из класса соединений металлов по степени токсичности относятся: соединения ртути, свинца, кадмия, цинка, меди, мышьяка, которые широко используются в многочисленных предприятиях разных производств. Несмотря на

наличие очистных сооружений и др. водоохраных мероприятий содержание соединений металлов в промышленных сточных водах довольно высоко.

5.3.6 Соединения железа

Железо – один из самых распространенных элементов земной коры, что обуславливает его постоянное присутствие в поверхностных водах. Наиболее распространенными природными минералами, содержащими соединения железа, являются магнетит – магнитный железняк (Fe_3O_4), гематит – красный железняк (Fe_2O_3), пирит – железный колчедан (Fe_2S_3).

Природным источником поступления соединений железа в поверхностные воды являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. Значительная часть соединений железа поступает с подземным стоком.

Антропогенным источником соединений железа в поверхностных водах являются сточные воды предприятий горнодобывающей, металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и сельскохозяйственные стоки.

Соединения железа почти всегда присутствуют в природных водах, т.к. железо повсеместно рассеяно в горных породах. Формы присутствия соединений железа в воде многообразны.

На состав и формы нахождения соединений железа в поверхностных водах оказывают существенное влияние величины рН и Eh, присутствие природных комплексообразователей (гуминовых и фульвокислот, содержание растворенного в воде кислорода, сероводорода, диоксида углерода, а также наличие микроорганизмов, окисляющих и восстанавливающих железо). В гумифицированных водах содержание растворенных форм железа, как правило, выше, чем в водах, где гумусовые вещества отсутствуют или их содержание незначительно.

Железо является одним из важнейших элементов, принимающих активное участие в биохимических процессах, протекающих в живых организмах. Недостаточное содержание железа в воде может быть лимитирующим фактором в развитии водной растительности, т.к. являясь биологически активным элементом, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоеме.

Для обозначения суммарной концентрации всех растворенных форм железа используется термин «железо общее». Валовое содержание обозначает суммарную концентрацию в воде как растворенных, так и взвешенных форм соединений железа.

В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуются сложные комплексы соединений железа, находящиеся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Основной формой нахождения соединений железа в поверхностных водах являются комплексные соединения с растворенными в воде неорганическими и органическими соединениями, главным образом гумусовыми веществами.

Река Селенга характеризуется повышенным по отношению к ПДК содержанием в воде соединений железа, которые практически во всех пунктах с января по март приближаются или превышают ПДК до 0,27 мг/л (около 3 ПДК) у пос. Наушки. В период половодья и летне-осенних паводков концентрации соединений железа достигают у пос. Наушки 1,08-1,19 мг/л, что соответствует 11-12 ПДК. В остальные месяцы года содержание соединений железа также превышает ПДК в 3-4 раза. Анализ изменения концентраций соединений железа по течению существенных закономерностей не выявил (рисунок 38) [3-12].

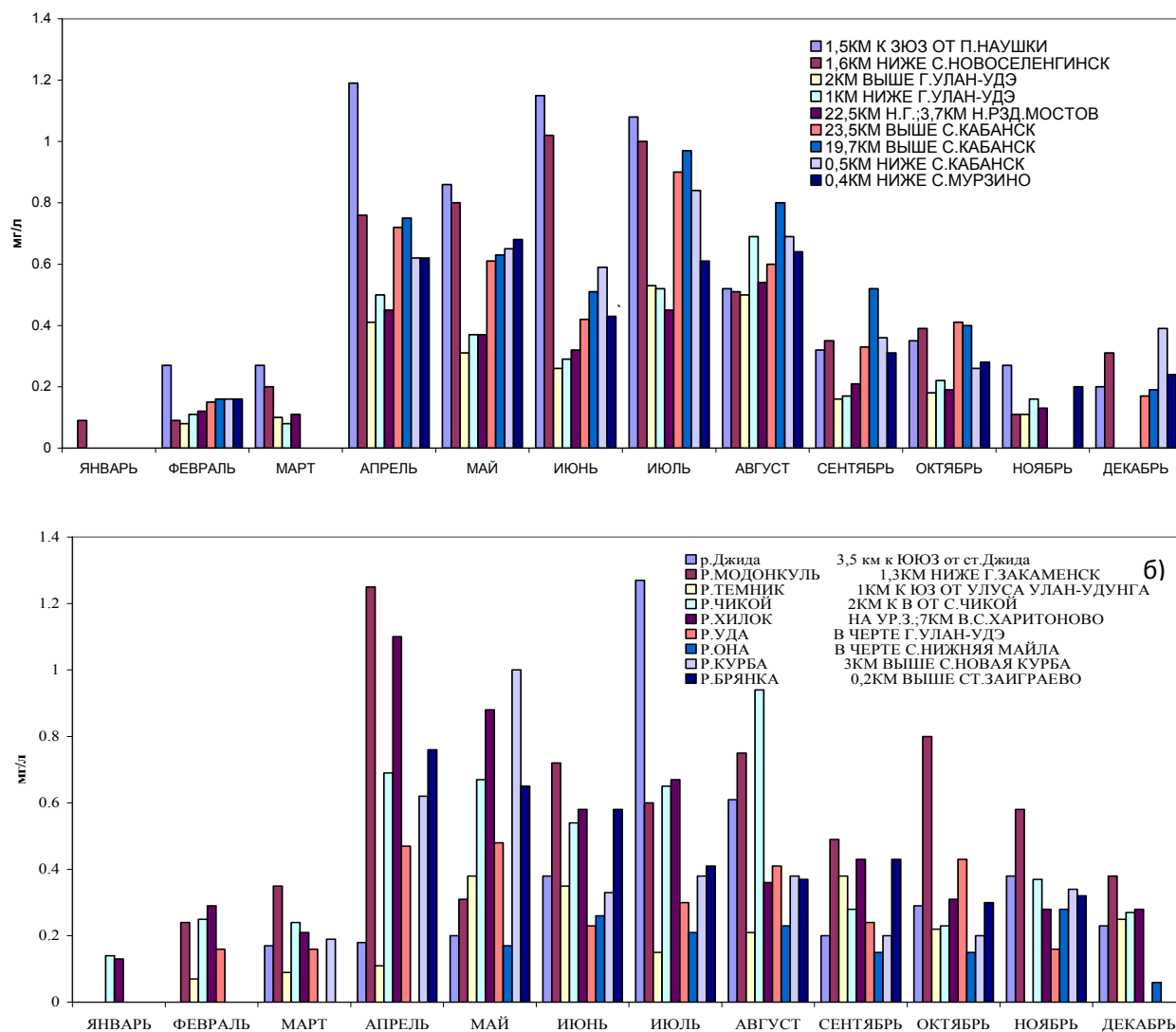


Рисунок 38 - Изменение среднемноголетних сезонных концентраций соединений железа в воде а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

Притоки Селенги также характеризуются повышенным содержанием соединений железа в воде, сезонная закономерность аналогична закономерности в воде р. Селенга.

Наиболее высокими концентрациями характеризуется р. Модонкуль до 0,58-0,80 мг/л с октября по ноябрь, до 1,25 мг/л в апреле, 0,75-0,80 мг/л в августе, октябре; р. Джиды - до 1,27; р. Чикой – до 0,94 мг/л в период летних паводков (см. рисунок 38).

Анализ динамики изменения соединений железа в воде р. Селенга по течению показал в основном стабилизацию, незначительное уменьшение ниже г. Улан-Удэ и с. Мурзино (рисунки 39 и 40).

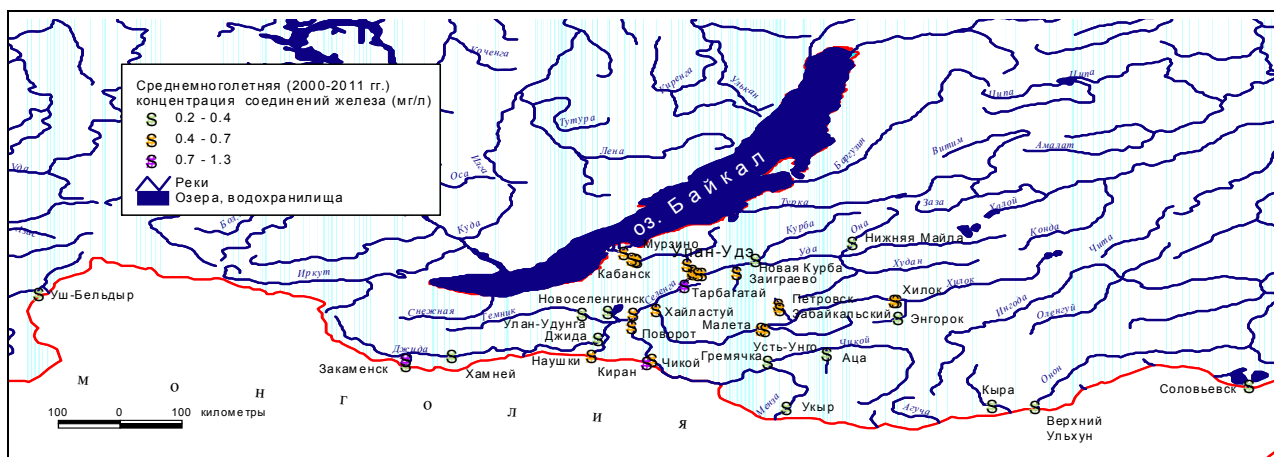
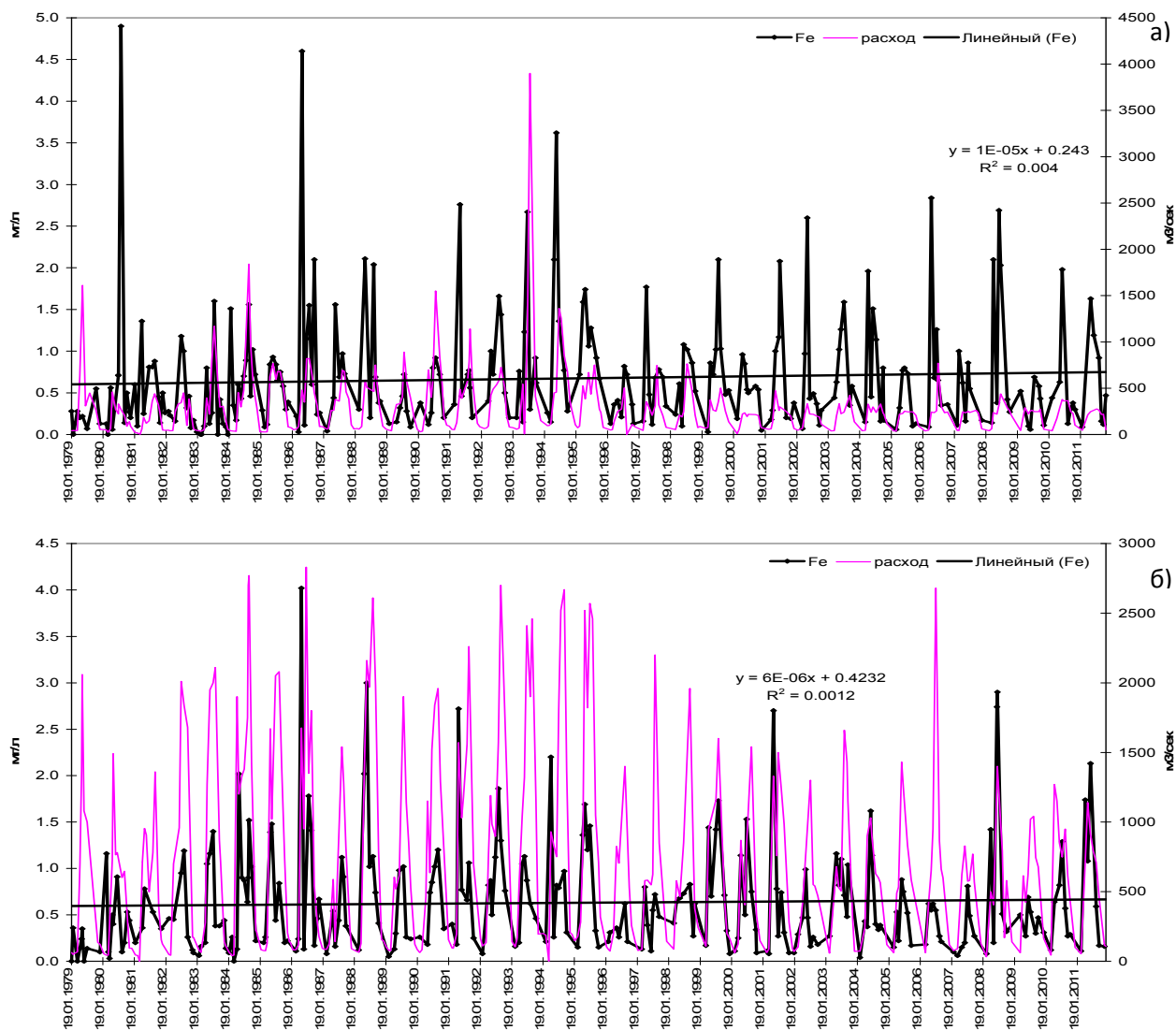


Рисунок 39 - Распределение среднеголетних концентраций соединений железа в воде бассейна р. Селенга и трансграничных с Монголией рек



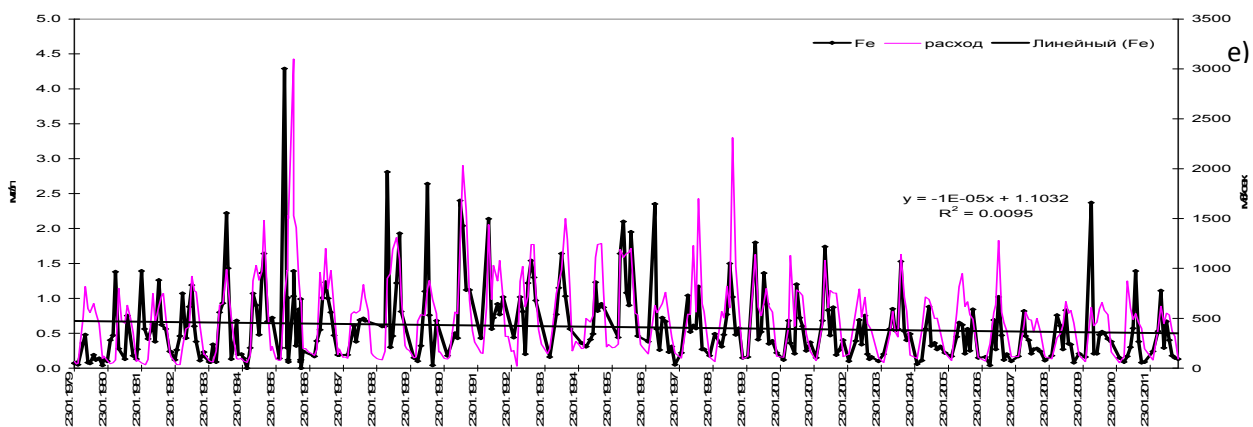
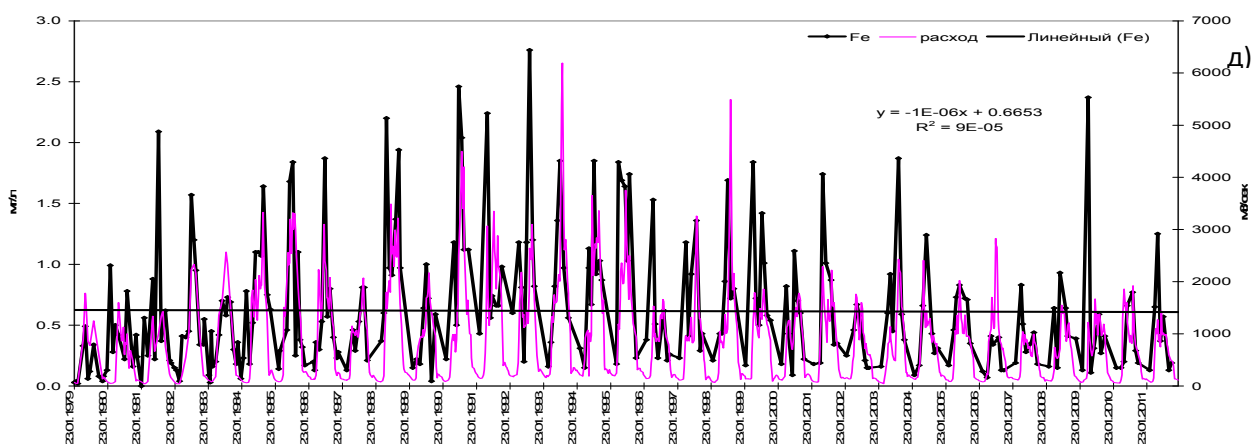
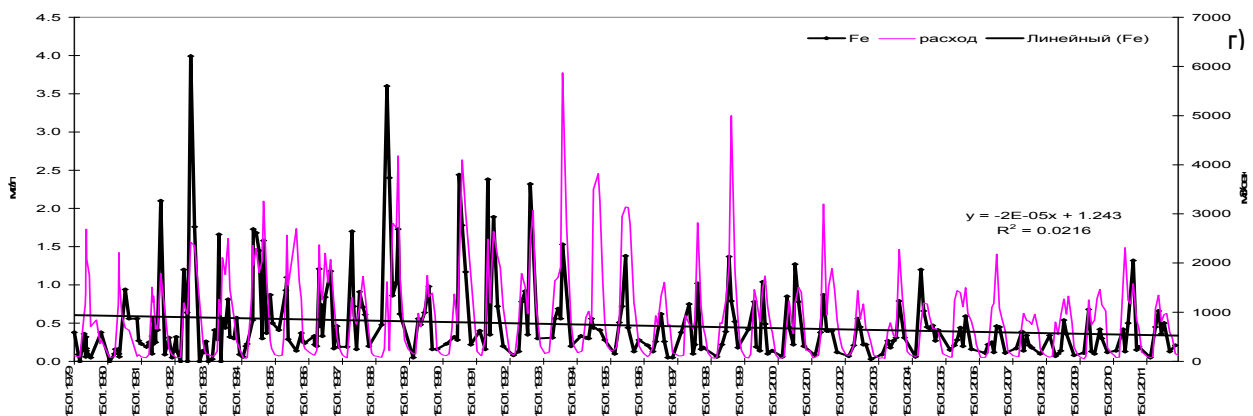
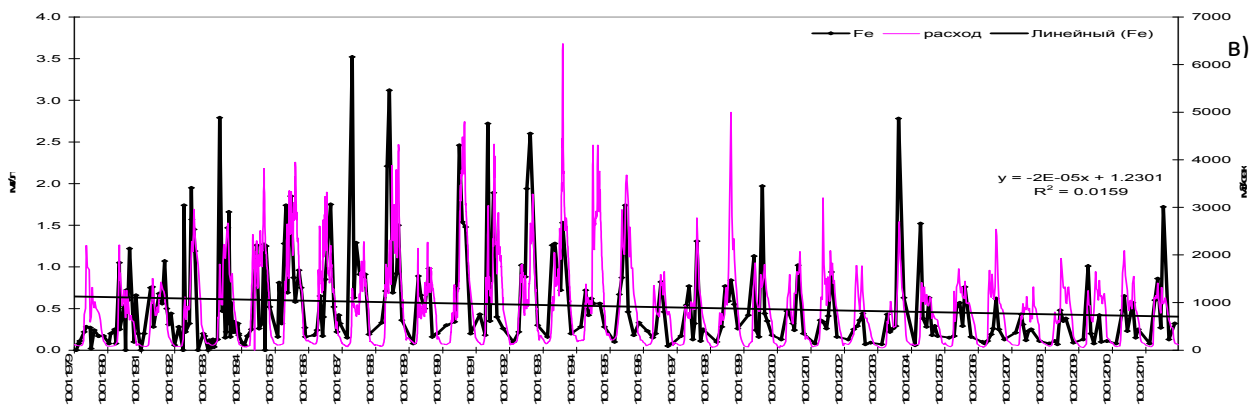


Рисунок 40 – Динамика изменения содержания соединений железа в воде р. Селенга
 а) – пос.Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ,
 г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

5.3.7 Соединения меди

Соединения меди относятся к распространенным элементам земной коры и входят в состав большого числа минералов. Наиболее распространенными из них являются халькопирит (CuFeS_2), халькозин (CuS_2), ковелин (CuS), малахит ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$).

Природным источником поступления соединений меди в поверхностные воды являются процессы химического выветривания горных пород и минералов, сопровождающиеся их растворением.

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями меди обусловлено выносом их со сточными водами многих отраслей промышленности, прежде всего горнодобывающих (рудобогатительных) металлургических, химических производств. Значительные количества соединений меди могут поступать с шахтными водами, альгегидными реагентами, используемыми для уничтожения водорослей, с сельскохозяйственных угодий, особенно в районах развитого садоводства и виноградарства, а также в результате коррозии медных изделий и сооружений, используемых в технологиях фабрик искусственного волокна и гальванических цехов. Большая часть меди присутствует в виде сложных аммонийных и цианидных комплексов.

Соотношение между растворенными и взвешенными формами соединений меди в значительной степени определяется величиной pH, составом воды, характером взвешенных веществ и донных отложений. Для соединений меди характерна высокая степень закомплексованности гуминовыми и фульвокислотами, поэтому в поверхностных гумифицированных водах значительная часть меди находится в растворенной форме.

Медь относится к числу активных микроэлементов, входит в состав некоторых ферментов, участвующих в процессе фотосинтеза, влияющего на усвоение азота растениями, метаболизма различных организмов, включая человека. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно влияет на синтез белков, жиров и витаминов и способствует бесплодию растительных организмов. Вместе с тем избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на гидробионты, растительные и животные организмы, в том числе и на человека.

Содержание соединений меди в воде р. Селенга от пос. Наушки до с. Мурзино превышает ПДК, для большинства пунктов от 1 до 4 ПДК (рисунок 41). На отдельных участках в разные периоды года средняя концентрация достигала у пос. Наушки в половодье 4,2 ПДК (апрель), около 7 ПДК (май); 4,1 ПДК, 4,6 ПДК в период дождевых паводков, около 6 ПДК (октябрь) в начале зимней межени. Четкого распределения соединений меди в воде р. Селенга по сезонам года и течению реки не установлено (рисунок 42) [3-12].

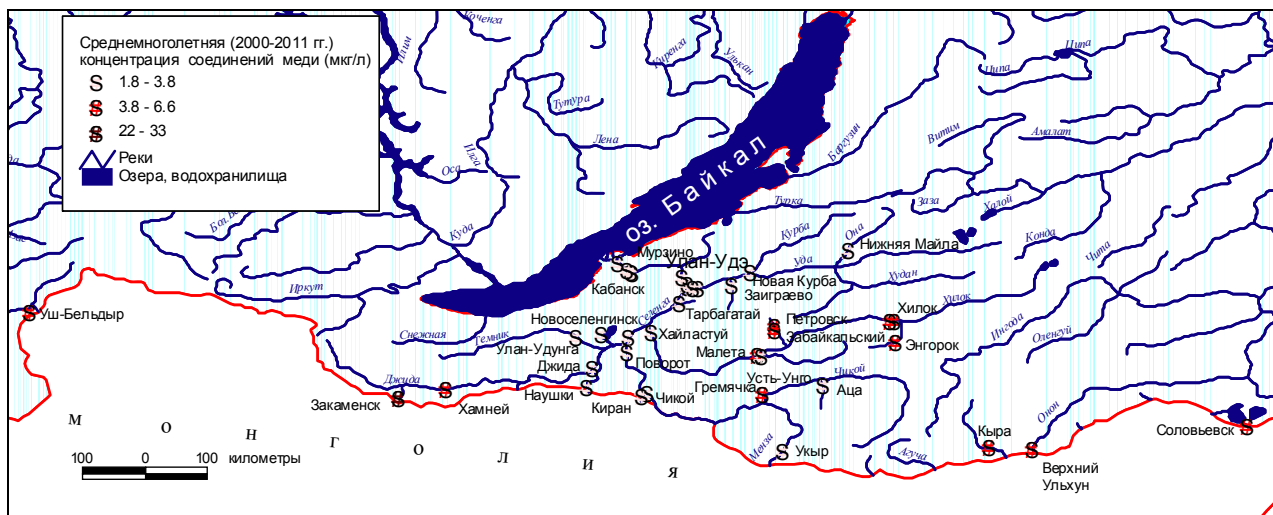


Рисунок 41 - Распределение среднеголетних концентраций соединений меди в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

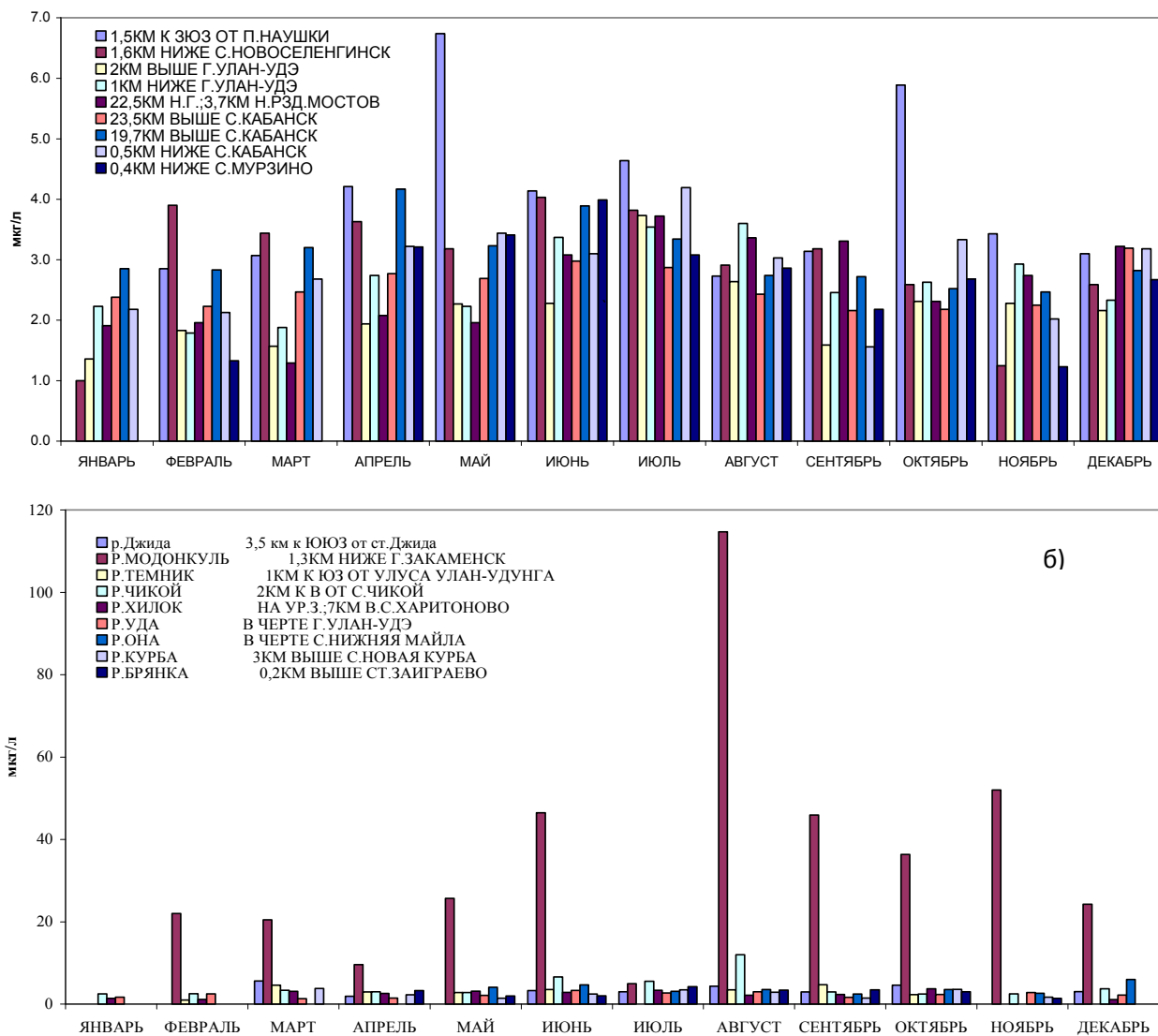
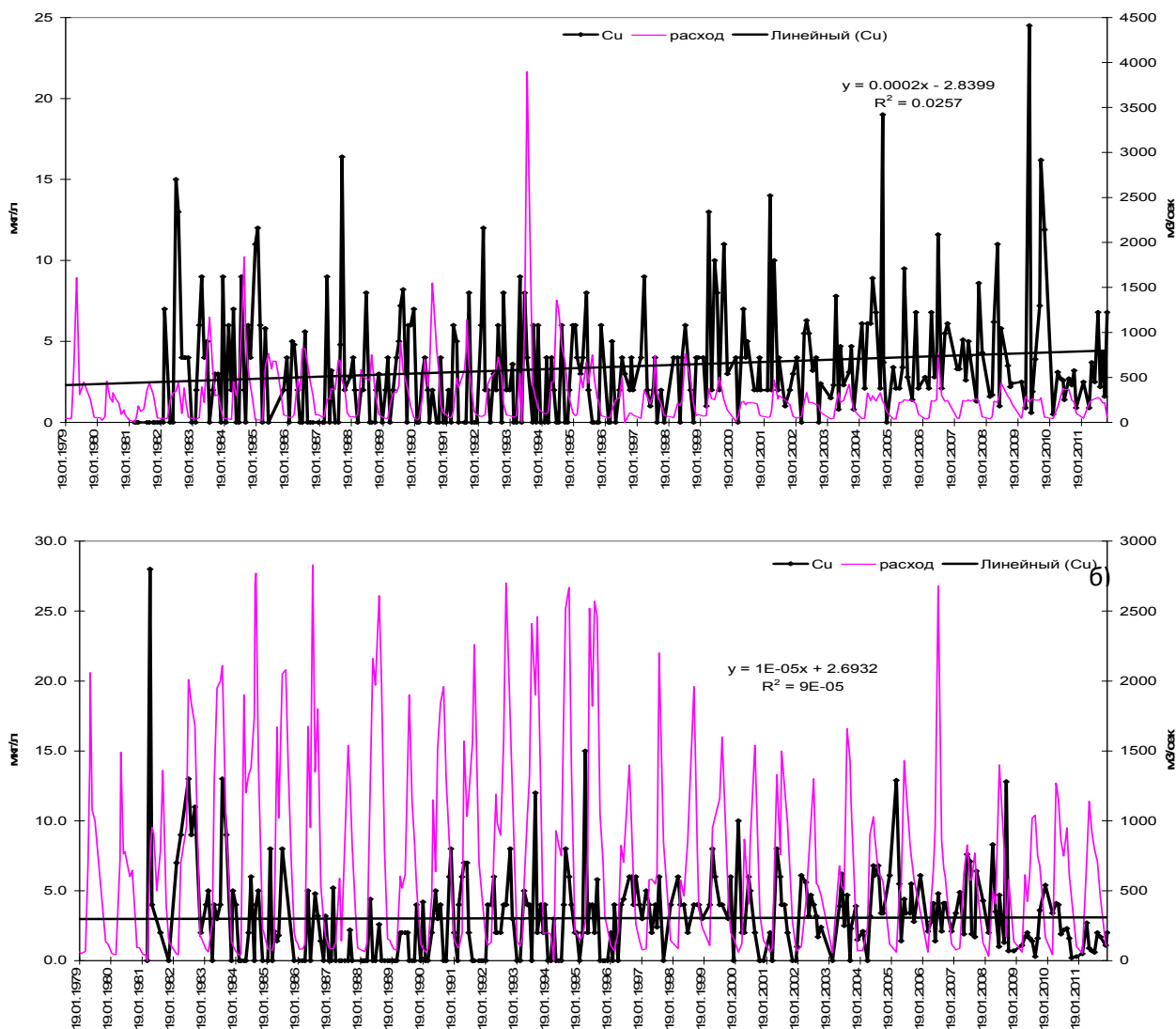


Рисунок 42 - Изменение среднеголетних сезонных концентраций соединений меди в воде а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

В воде притоков р. Селенга соединения меди определялись в концентрациях, превышающих ПДК в 1,7-5,5 раз. Наиболее высокие среднесезонные концентрации соединений меди характерны для р. Модонкуль, ниже г. Закаменск, отмечавшиеся в разные сезоны года в пределах 20,5 ПДК (март); 22-24 ПДК (февраль, декабрь); 26-36 ПДК (май–октябрь); 46 ПДК (июнь, сентябрь); наибольшая концентрация на уровне экстремально высокого загрязнения 115 ПДК отмечена в августе (см. рисунок 42).

Источником загрязнения р. Модонкуль являются сточные воды Закаменского промышленного узла, входящий в этот промышленный комплекс Джидинский вольфрам-молибденовый комбинат ведет разработку Инкурского и Холтосонского месторождений комплексных руд. В черте г. Закаменск складировано около 10 млн.м³ твердых отходов обогатительной фабрики, содержащих молибден, вольфрам, медь, цинк, свинец и др.

В многолетнем плане содержание соединений меди в воде р. Селенга характеризуется в большинстве пунктов стабильным трендом, у пос. Наушки – возрастающим (рисунок 43).



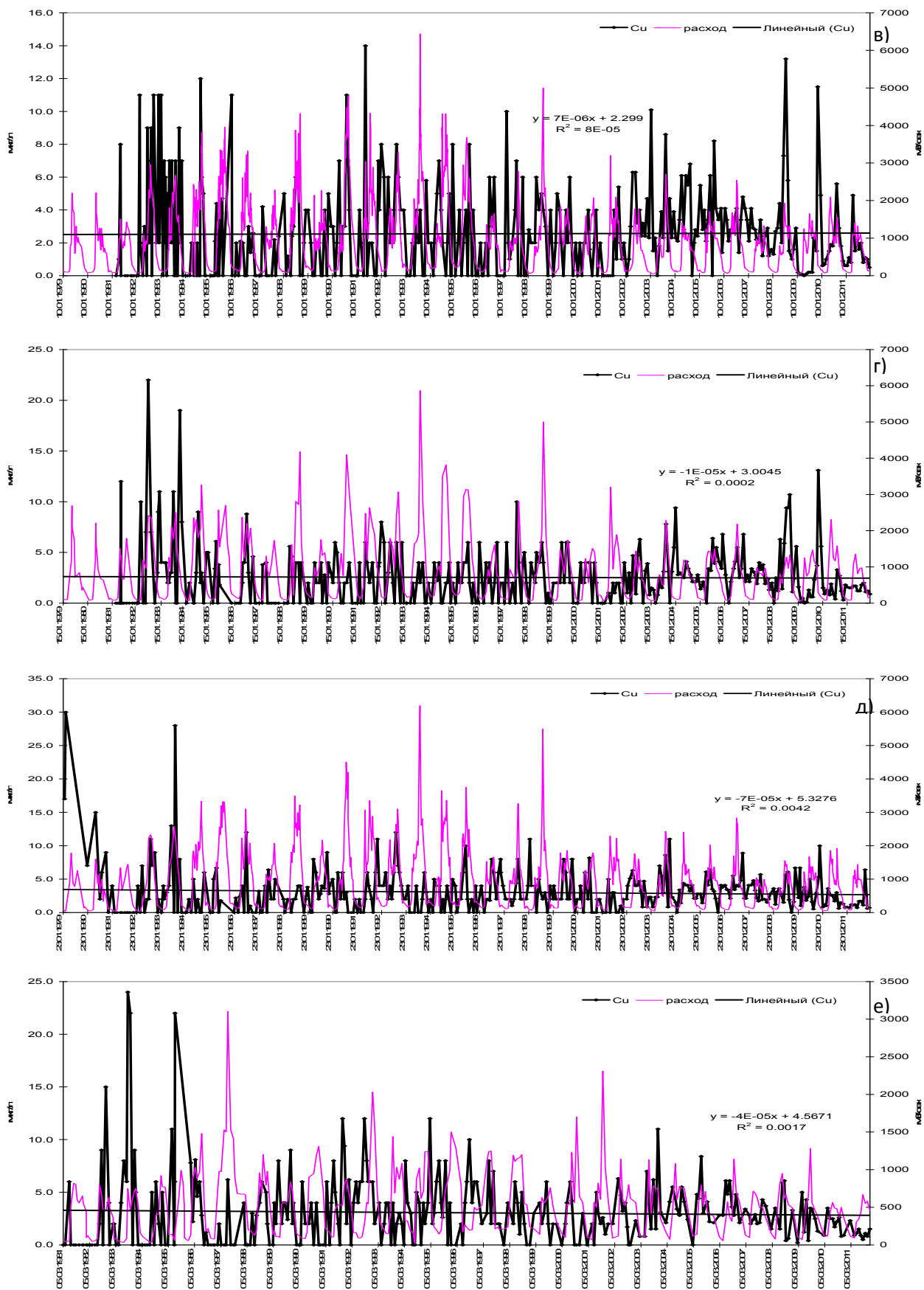


Рисунок 43 – Динамика изменения содержания соединений меди в воде р. Селенга
 а) – пос. Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ,
 г) – 22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

5.3.8 Соединения цинка

Цинк является распространенным элементом и входит в состав большого числа минералов, наиболее известными из которых являются благородный галмей $ZnCO_3$, сфалерит ZnS , цинкит ZnO .

В водную среду цинк попадает в результате выщелачивания из почв в районе рудных месторождений, а также при разрушении и растворении горных пород и минералов, главным образом сфалерита (ZnS), сульфидных комплексных и железных руд.

Основными источниками антропогенного поступления соединений цинка в окружающую среду является выброс их при высокотемпературных технологических процессах, коррозии трубопроводов. Значительные количества соединений цинка поступают со сточными водами рудообогатительных фабрик, гальванических цехов многих предприятий, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, искусственного волокна и др. Особую опасность представляют шламы сточных вод и сами сточные воды химического, деревообрабатывающего, текстильного, цементного производств. Соединения цинка относятся к числу активных микроэлементов, влияющих на рост и нормальное развитие растительных организмов. В природной воде соединения цинка находятся в ионной форме или в форме его минеральных и органических комплексов. Иногда цинк встречается в нерастворенных формах: в виде гидроксида, карбоната, сульфида и др. Многие соединения цинка, прежде всего сульфат цинка и хлорид цинка токсичны.

Соединения цинка в поверхностных водах могут присутствовать в растворенной и взвешенной форме. Соотношение между ними в значительной степени определяется величиной pH и составом воды. Растворенные формы цинка могут быть представлены как гидратированными ионами и гидроксокомплексами типа $[ZnOH]^+$, $[ZnOH_2]^0$, $[Zn(OH)_3]^-$, $[Zn(OH)_4]^{2-}$, так и комплексными соединениями с минеральными и органическими веществами (преимущественно с гуминовыми и фульвокислотами). Комплексные соединения цинка с гуминовыми и фульвокислотами непрочные, поэтому большая часть цинка мигрирует в составе взвешенных веществ, где преобладает сорбированная форма.

Соединения цинка относятся к физиологически активным микроэлементам, входят в состав многих ферментов, участвуют в процессах синтеза и обмена белков, углеводов и др.; повышенные концентрации цинка оказывают вредное воздействие на гидробионты.

Содержание соединений цинка в воде р. Селенга по всему течению составляет единицы, в отдельных случаях десятки мкг/л. Наиболее высокие среднесезонные концентрации, на уровне ПДК и выше ПДК, отмечены в районе с. Кабанск 1 ПДК (май); пос. Наушки 1,1 ПДК (июль), 1,4 ПДК (август), 15 ПДК (октябрь); ниже с. Мурзино 1 ПДК (октябрь), 13 ПДК (ноябрь) (рисунки 44 и 45).

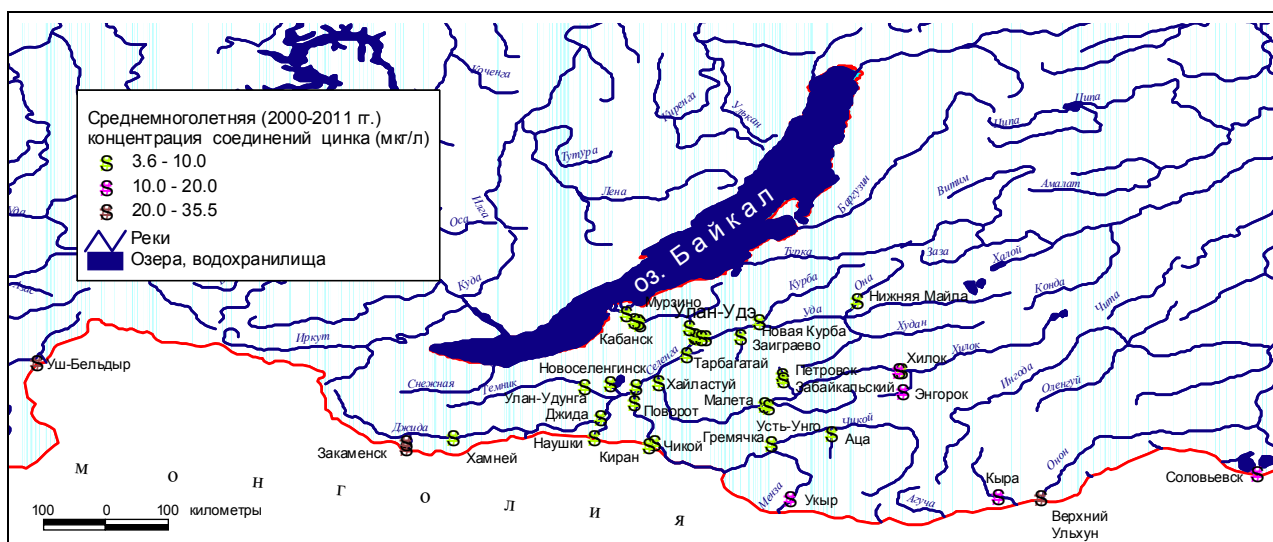


Рисунок 44 - Распределение среднееголетних концентраций соединений цинка в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

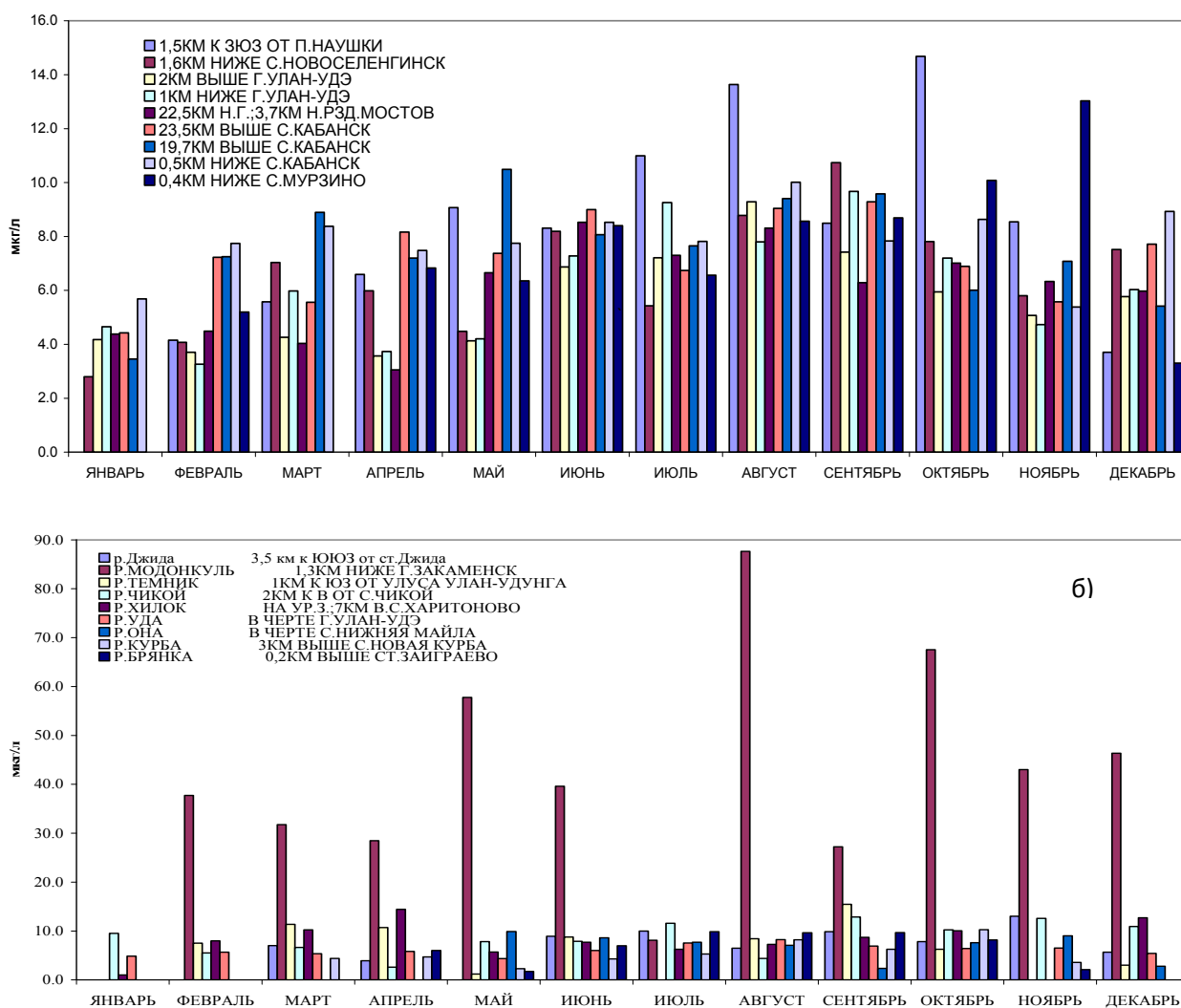
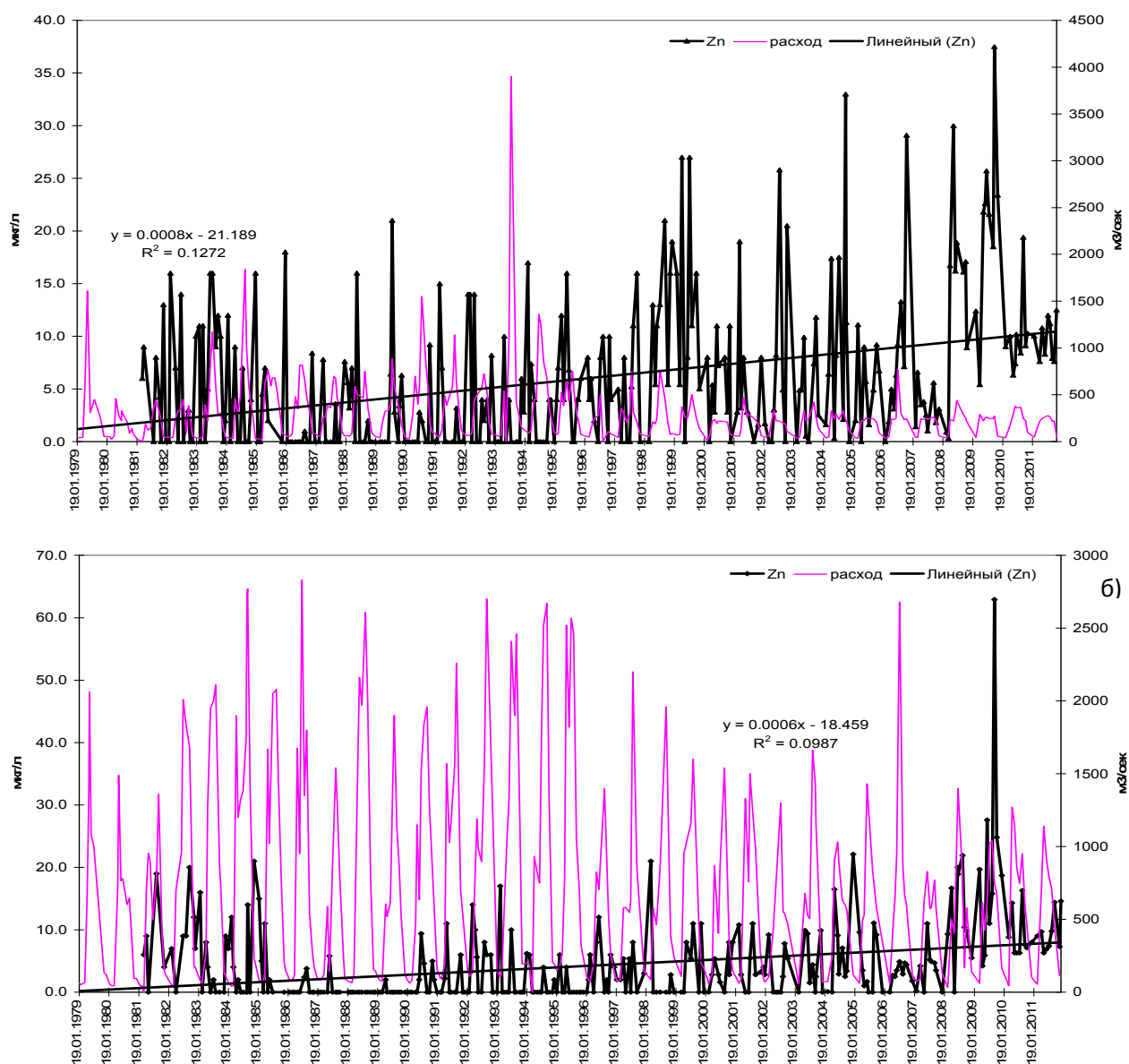


Рисунок 45 - Изменение среднееголетних сезонных концентраций соединений цинка в воде а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

Среди притоков реки Селенга по содержанию соединений цинка выше ПДК, отмечается р. Модонкуль, ниже г. Закаменск, в воде которой среднемноголетняя концентрация соединений цинка достигала 4 ПДК (февраль, июнь, ноябрь), 3 ПДК (март, апрель, сентябрь), около 6 ПДК (май), 9 ПДК (август), 7 ПДК (октябрь), 5 ПДК (декабрь). Не исключено, что повышение содержания соединений цинка в воде р. Селенга, г. Закаменск связано со сбросом сточных вод Закаменского промышленного комплекса, которые в своем составе содержат большой перечень соединений металлов, в том числе и цинка (см. рисунок 45).

Изучение динамики изменения концентраций соединений цинка в многолетнем плане показало увеличивающийся тренд во всех пунктах наблюдений р. Селенга, наиболее значительный у пос. Наушки, в створах ниже г. Улан-Удэ, с. Мурзино (рисунок 46) [3-12].



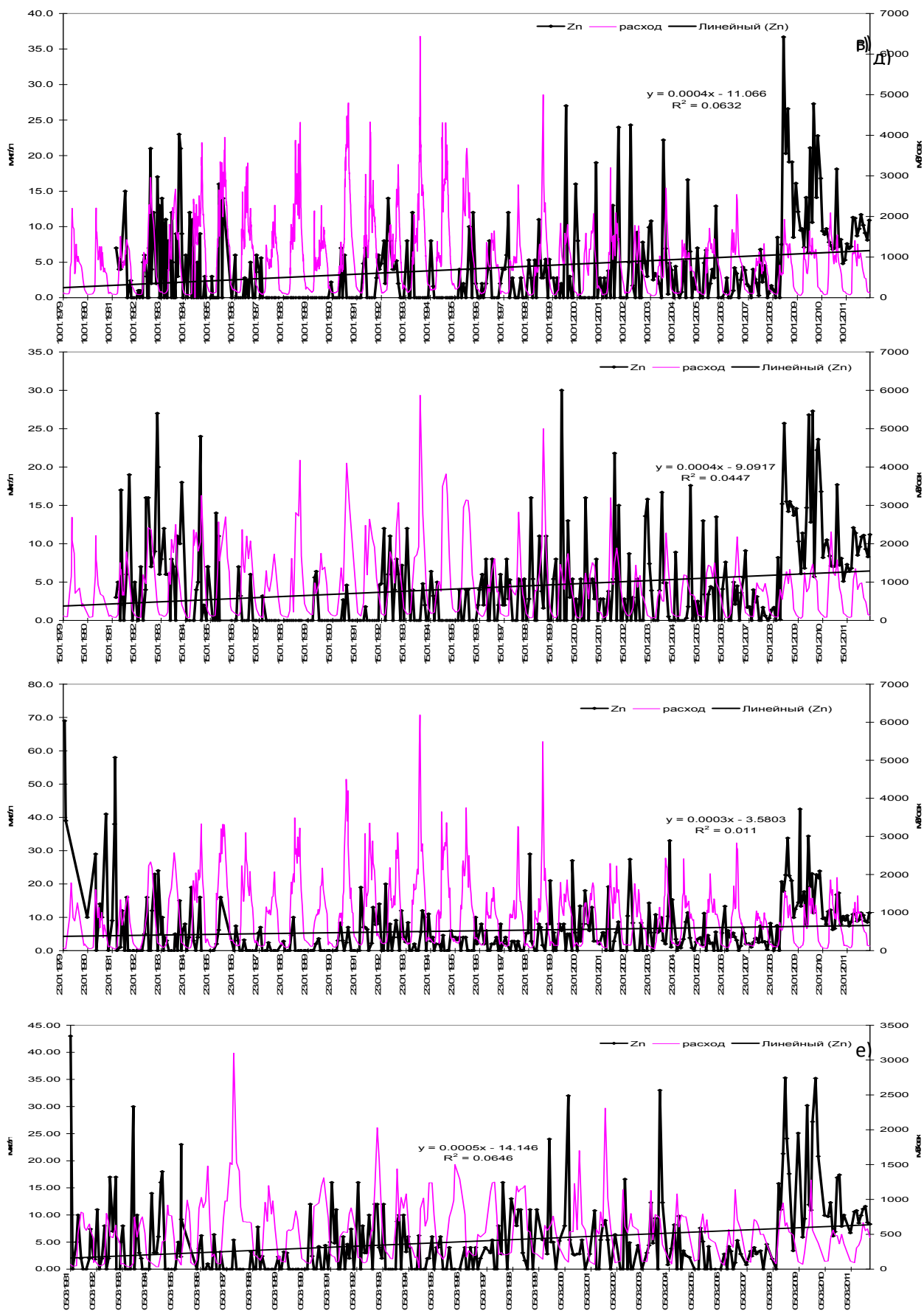


Рисунок 46 – Динамика изменения содержания соединений цинка в воде р. Селенга

а) – пос. Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ,

г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

3.1.9 Соединения свинца

Свинец относится к сравнительно малораспространенным элементам, однако соединения свинца довольно часто присутствуют в поверхностных водах. Наиболее распространенными природными минералами свинца являются галенит (PbS), англезит ($PbSO_4$), церуссит ($PbCO_3$).

Естественными источниками поступления соединений свинца в водную среду являются процессы растворения минералов, содержащих свинец.

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями свинца обусловлены их выносом со сточными водами рудообогатительных фабрик, шахт, некоторых металлургических, химических предприятий и др. Большинство используемых в хозяйственной деятельности соединений свинца ($Pb(NO_3)_2$, $Pb(CH_3COO)_2$, $PbCl_2$ и др.) относительно хорошо растворимы, что увеличивает опасность загрязнения воды.

В поверхностных водах соединения свинца находятся в растворенном и взвешенном состоянии, во взвешенных веществах преобладает сорбированная форма. Соединения свинца в растворенном состоянии могут находиться в ионной форме, а также в виде органических и неорганических комплексов.

Соединения свинца оказывают токсическое воздействие на гидробионты и человека, нарушая обмен веществ, ингибируя ферменты. Соединения свинца способны при попадании в организм замещать кальций в костях. Токсичными для живых организмов являются свинецорганические соединения. Свинец относится ко 2-му классу опасности, лимитируется по токсикологическому показателю вредности.

Соединения свинца обнаруживаются в воде р. Селенга по всему течению реки, в пос. Наушки в пределах 0,001-0,002; 0,003-0,005 мг/л; ниже с. Новоселенгинск – 0,002-0,006 мг/л; в районе г. Улан-Удэ в течение года – 0,002-0,003 мг/л, в зимний период было отмечено превышение ПДК, когда концентрация соединений свинца достигала 0,007-0,008 мг/л. (рисунки 47 и 48).

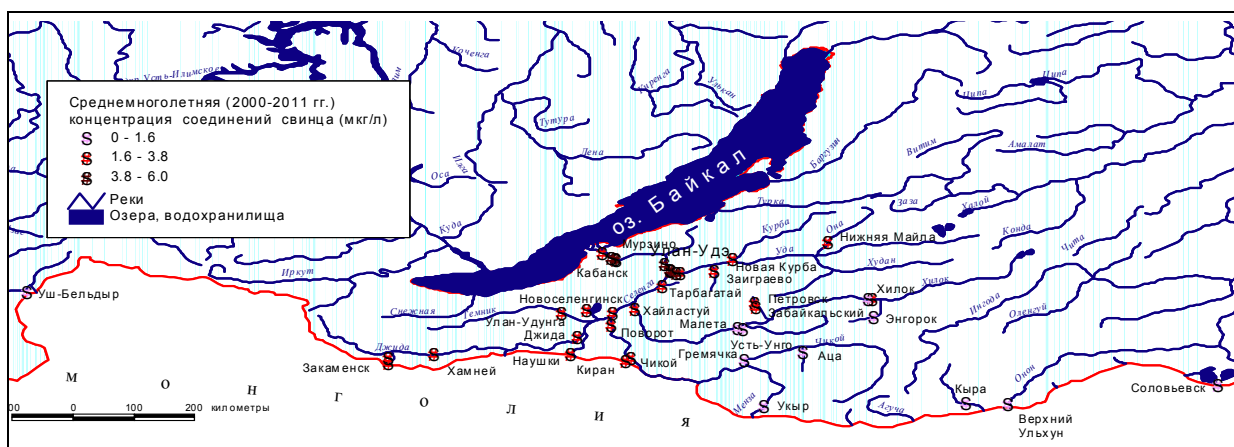


Рисунок 47 - Распределение среднееголетних концентраций соединений свинца в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

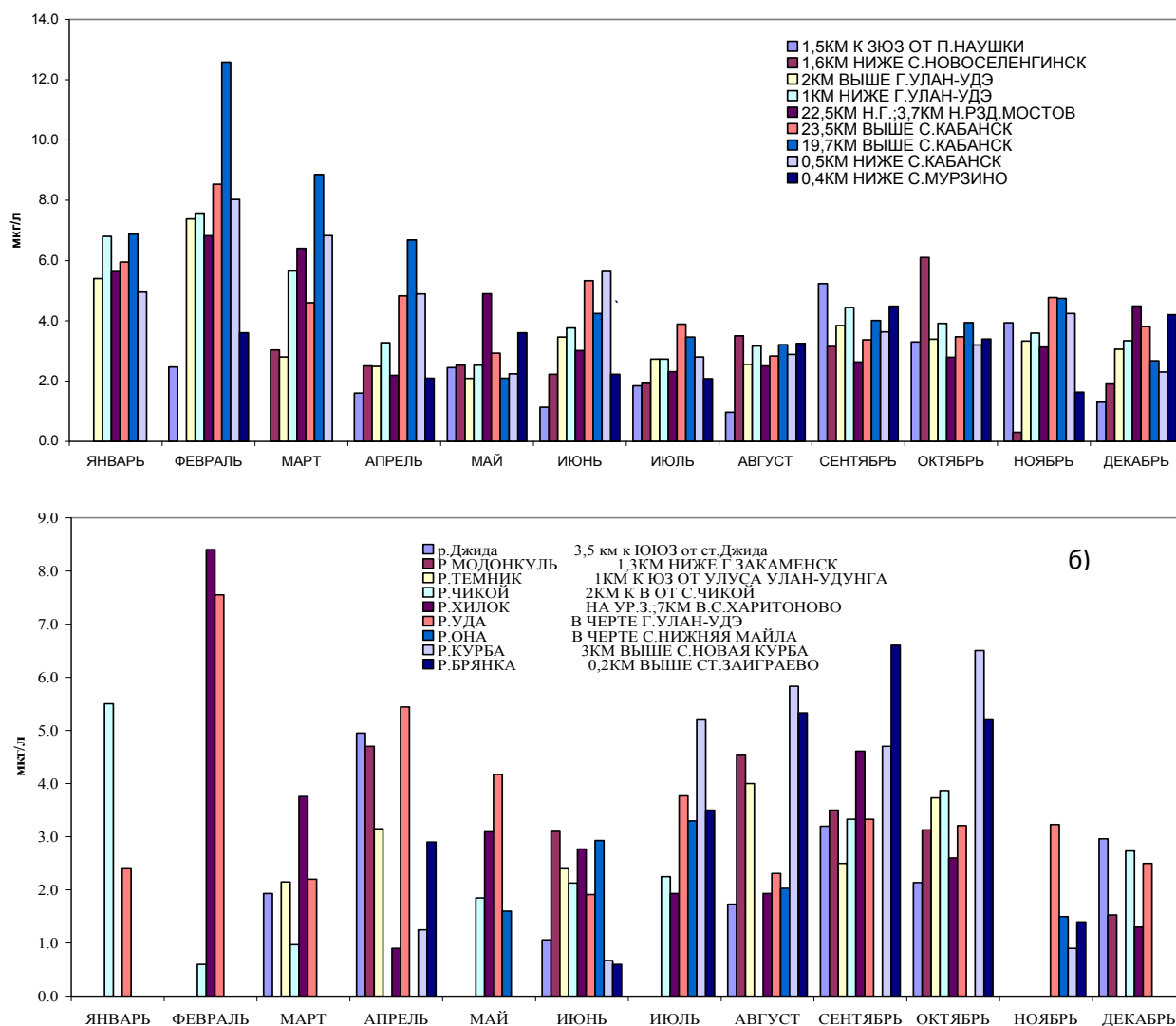
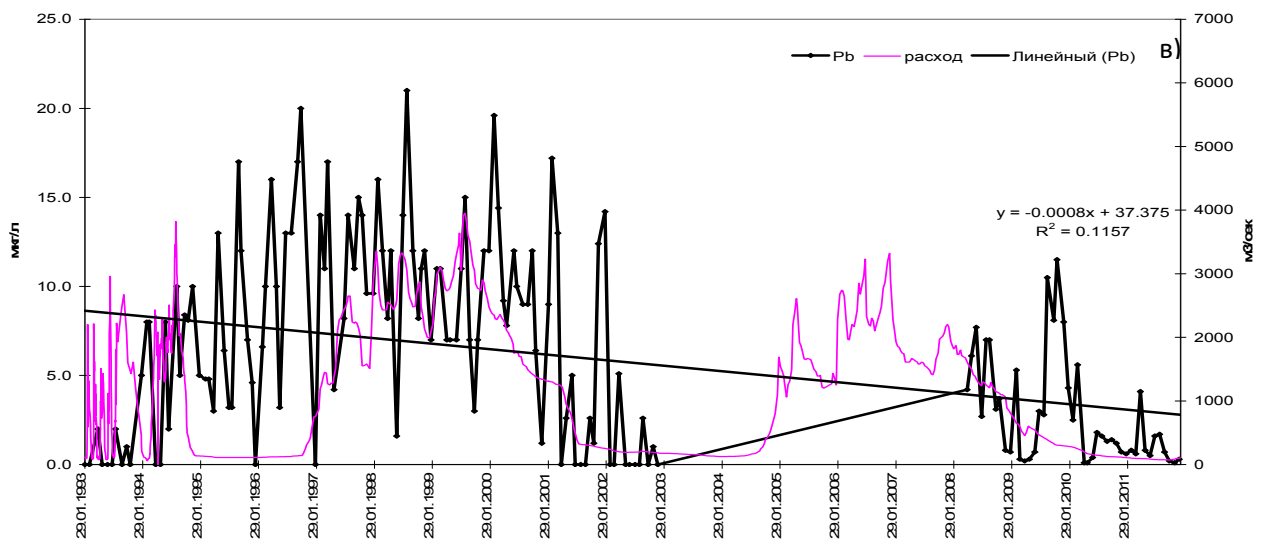
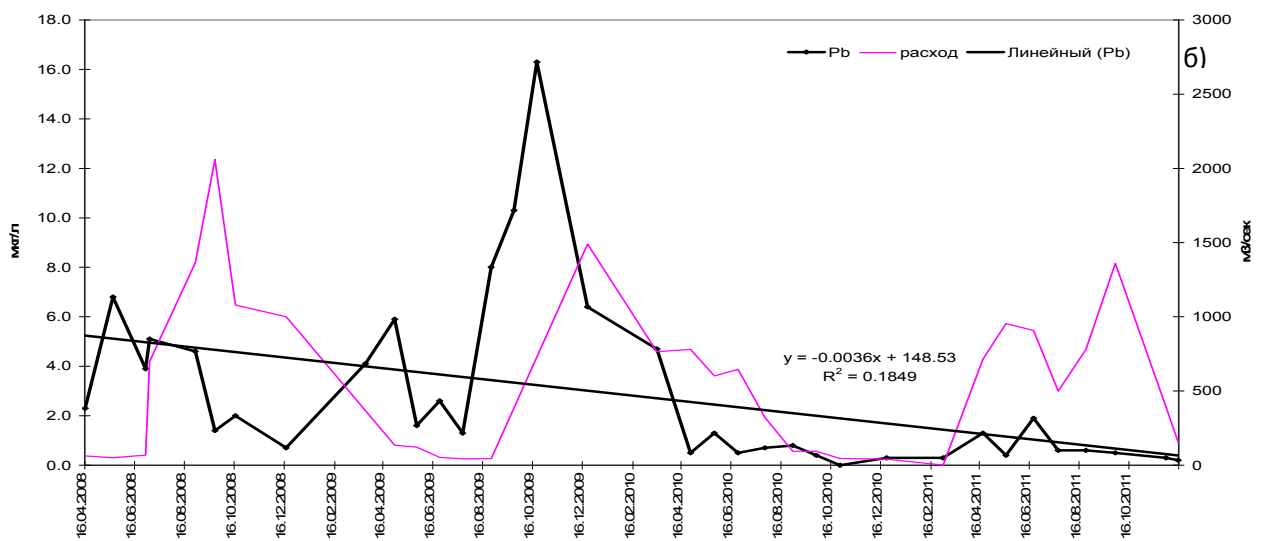
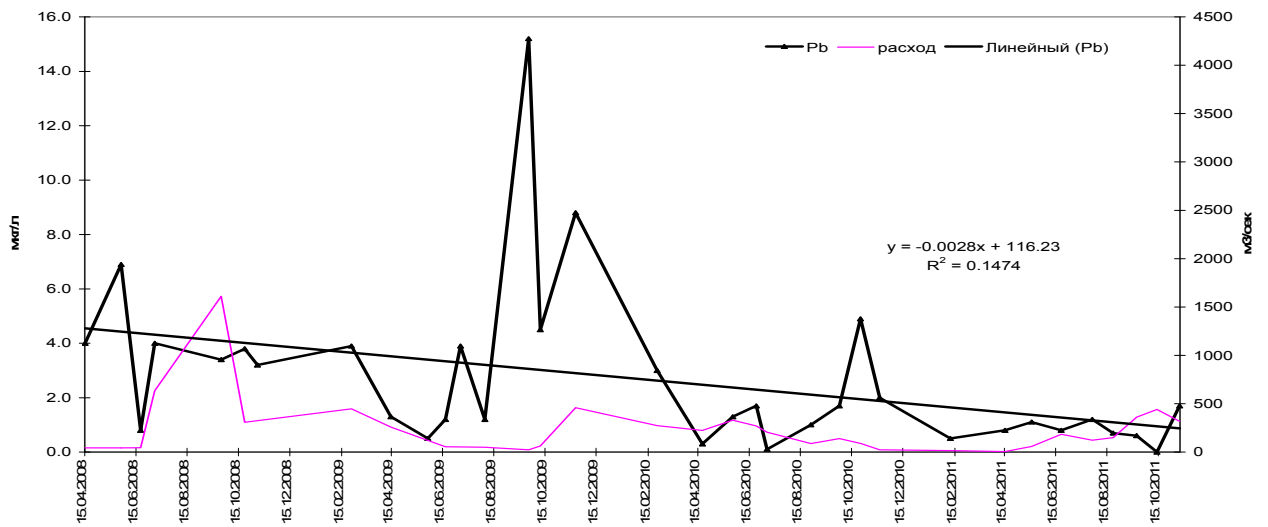


Рисунок 48 - Изменение среднемноголетних сезонных концентраций соединений свинца в воде а) - р. Селенга и б) притоков Селенги

В районе с. Кабанск содержание соединений свинца в воде соответствует величинам, близким к ПДК, в отдельные периоды года, в основном с января по апрель превышала ПДК до 0,007-0,008 мг/л, в феврале составляла 2 ПДК.

Притоки Селенги также характеризуются наличием в воде соединений свинца. Наиболее высокие концентрации были отмечены в воде рек Джида, Чикой до 0,005 мг/л, Курба – до 0,006 мг/л, р. Брянка – до 0,007 мг/л, р. Уда – до 0,005-0,008 мг/л, р. Хилок – 0,008 мг/л (рисунок 3.44).

По всему течению реки в разные годы наблюдались единичные случаи превышения ПДК соединениями свинца у пос. Наушки до величин, достигающих или превышающих 2 ПДК (0,012-0,015 мг/л); у с. Новоселенгинск (0,012-0,016 мг/л); в створах ниже г. Улан-Удэ (0,015-0,023; 0,015-0,024 мг/л); ниже с. Кабанск (0,017-0,024 мг/л). В многолетнем плане отмечается уменьшение соединений свинца в воде по всему течению р. Селенга. Наиболее низкие концентрации наблюдаются у с. Мурзино (рисунок 49).



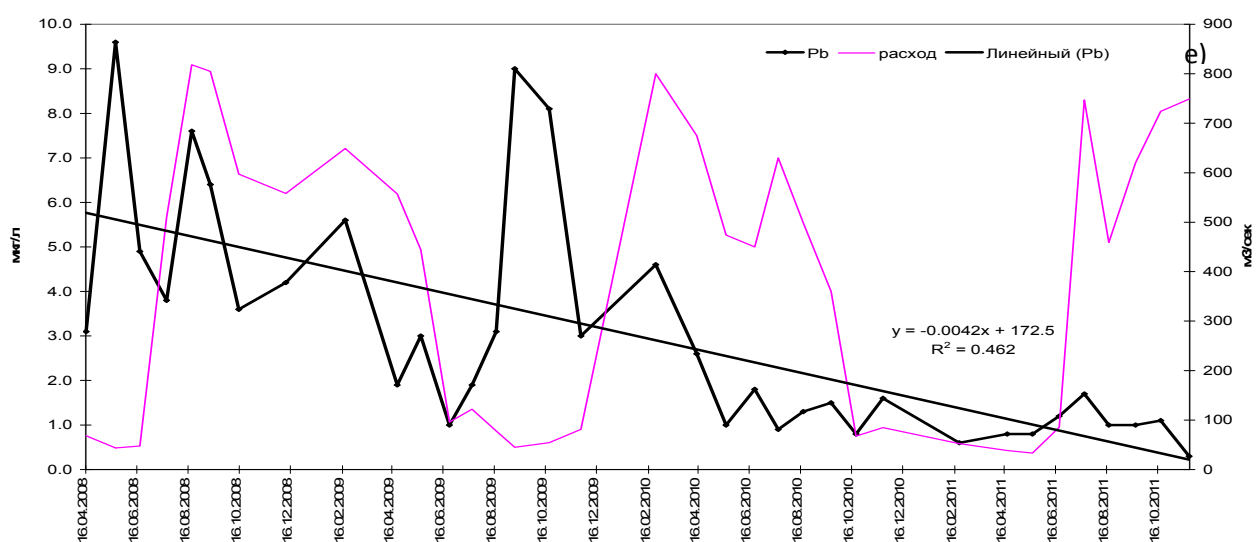
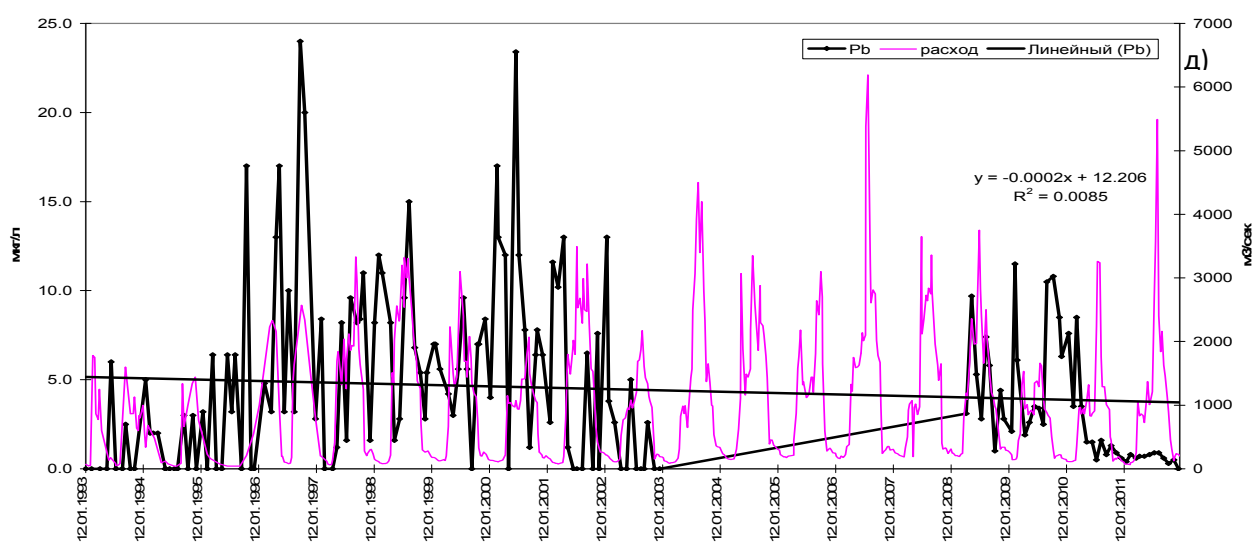
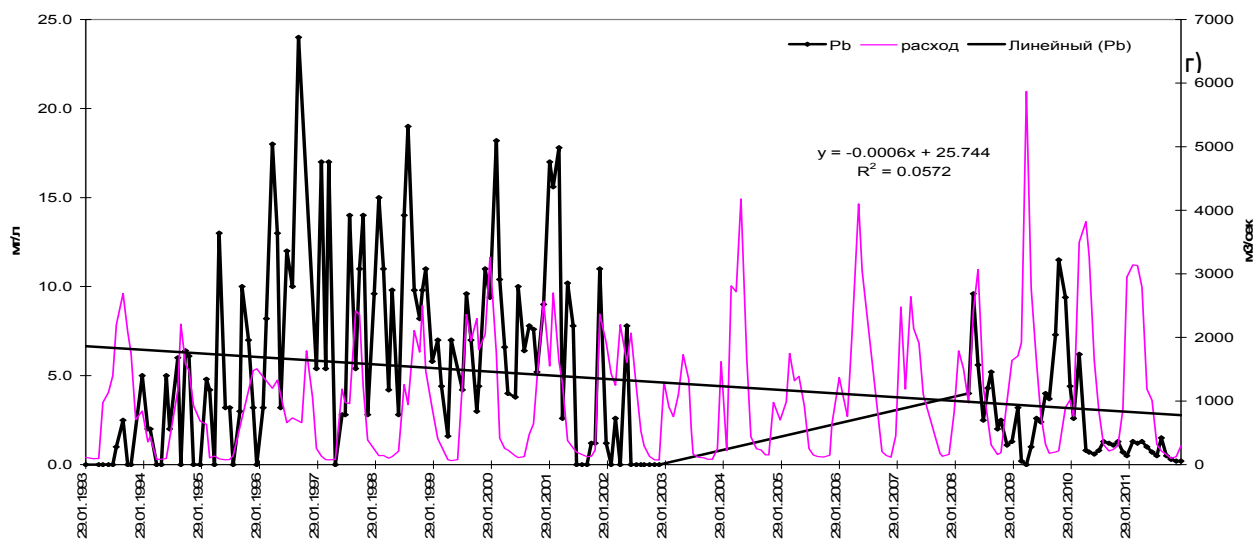


Рисунок 49 – Динамика изменения содержания соединений свинца в воде р. Селенга
 а) – пос. Наушки, б) – ниже с. Новоселенгинск, в) – 1 км ниже г. Улан-Удэ,
 г) -22,5 км ниже г. Улан-Удэ, д) – ниже с. Кабанск, е) ниже с. Мурзино

5.3.10 Соединения марганца

Марганец относится к числу наиболее распространенных в природе элементов, в земной коре встречается преимущественно в виде соединений с кислородом (пиролюзит, манганит, псиломелан).

Естественными источниками поступления соединений марганца в поверхностные воды являются процессы растворения железомарганцевых руд, различных минералов, остатков животных и растительных организмов, особенно синезеленых и диатомовых водорослей.

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями марганца обусловлено выносом со сточными водами предприятий горнодобывающей, металлургической, химической промышленности. Марганец поливалентный металл, в поверхностных водах он присутствует в различной степени окисления. На состав и формы нахождения соединений марганца оказывают влияние главным образом величина рН и Eh, а также присутствие природных комплексообразователей (гуминовых и фульвокислот, содержание растворенного в воде кислорода, сероводорода, диоксида углерода, наличие микроорганизмов, окисляющих и восстанавливающих марганец).

Труднорастворимый диоксид марганца (MnO_2) является наиболее устойчивой формой марганца в воде. По этой причине доминируют взвешенные формы марганца. Растворенные формы марганца представлены в воде гидратированными катионами, а также комплексами с органическими и неорганическими лигандами. В окрашенных поверхностных водах преобладают комплексы с гумусовыми веществами. Прочность комплексов марганца с гуминовыми и фульвокислотами невелика, они замедляют окисление двухвалентного марганца и способствуют поддержанию его в растворенном состоянии. Фульвокислоты способны восстанавливать четырехвалентный марганец до двухвалентного, в присутствии фульвокислот облегчается растворение природных минералов, в частности, пиролюзита.

Соединения марганца принадлежат к числу важных питательных элементов для растений и животных, они принимают участие в процессах фотосинтеза, в реакциях фотолиза воды и выделения кислорода, являются активатором энзимных систем. Концентрации соединений марганца в поверхностных водах подвержены сезонным колебаниям.

В воде р. Селенга среднегодовалые концентрации соединений марганца превышают ПДК по всему течению реки в пределах 3-10 ПДК, наиболее высокое содержание определяли в зимнюю межень у пос. Наушки, ниже г. Улан-Удэ, ниже с. Кабанск до 6-8 ПДК, в летнюю межень (август) у пос. Наушки до 10 ПДК. В половодье в воде большинства пунктов концентрация соединений марганца была несколько ниже, в основном 3-4 ПДК, в мае, июне – 5-6 ПДК (рисунки 50 и 51).

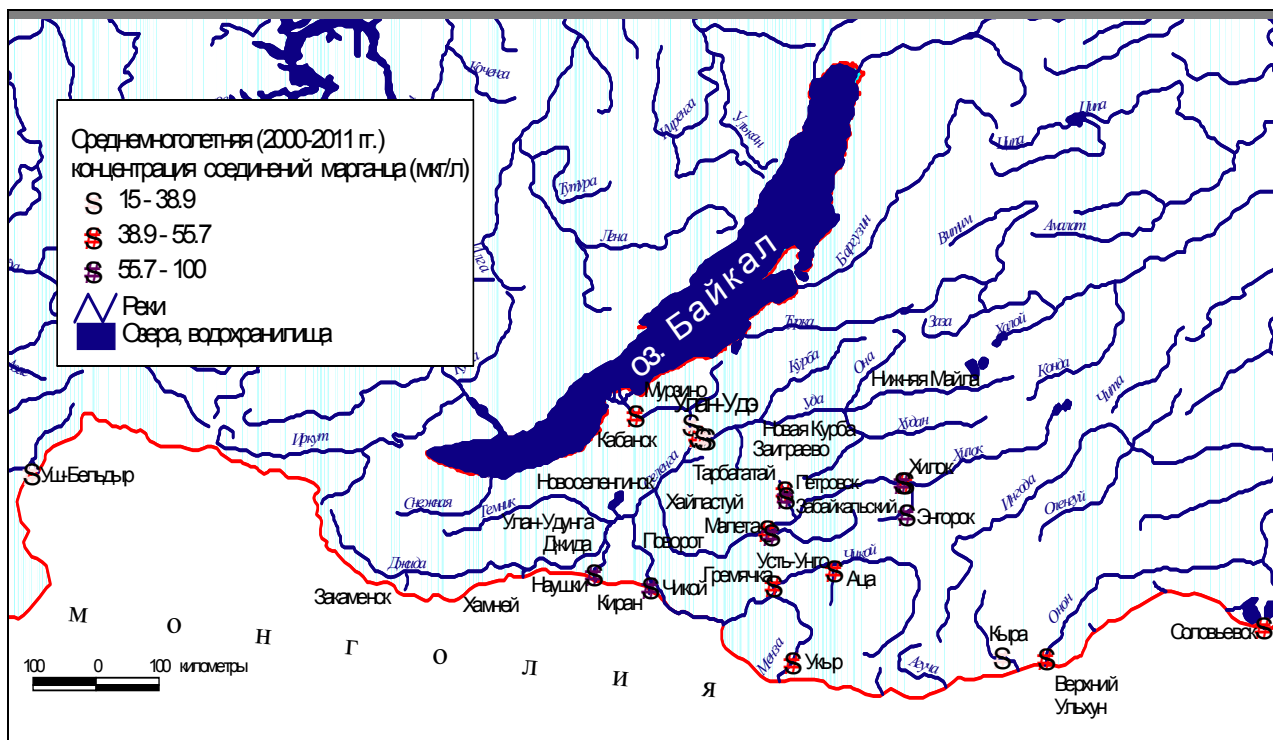


Рисунок 50 - Распределение среднегодовых концентраций соединений марганца в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

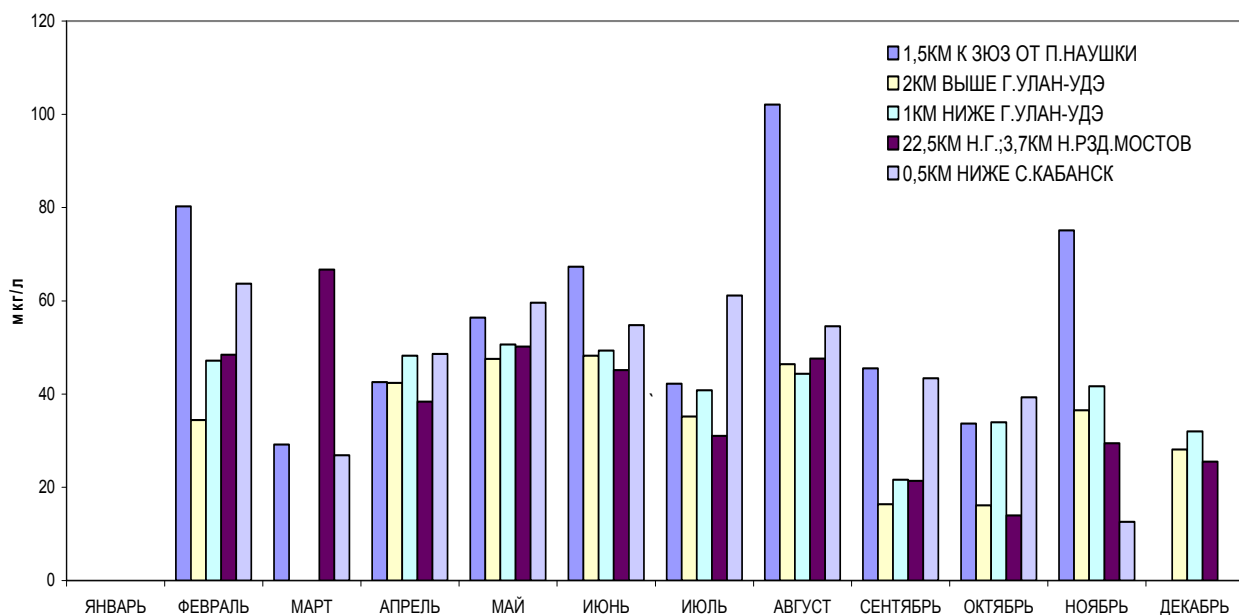


Рисунок 51 - Изменение среднегодовых сезонных концентраций соединений марганца в воде р. Селенга

Анализ многолетних данных показал увеличение концентраций соединений марганца (возрастающий тренд) в воде р. Селенга во всех пунктах контроля (рисунок 52).

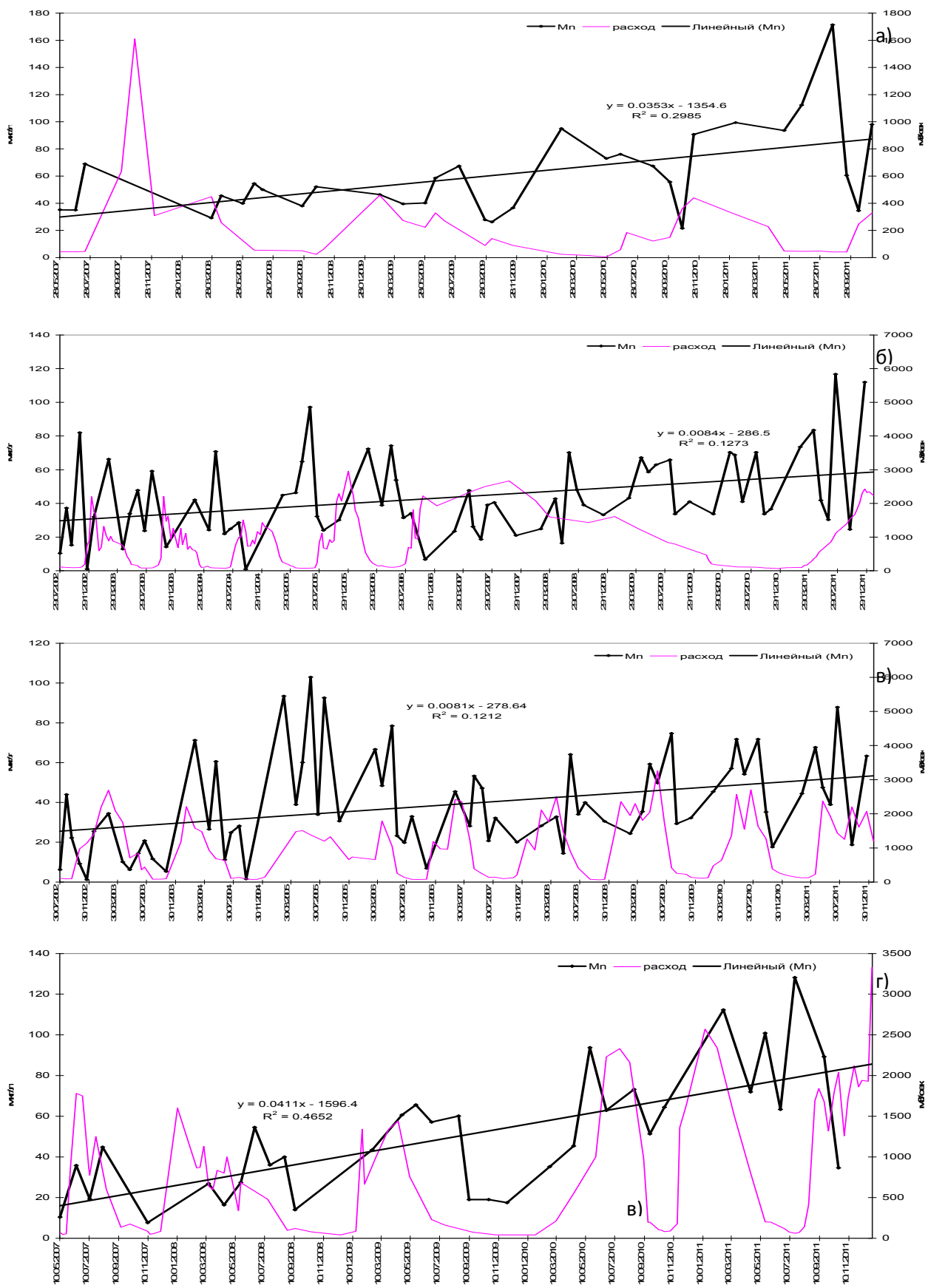


Рисунок 52 – Динамика изменения содержания соединений марганца в воде р. Селенга
 а) – пос. Наушки, б) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, в) – 22,5 км ниже г. Улан-Удэ, г) – ниже с. Кабанск

В бассейне Селенги расположено большое количество предприятий горнодобывающей, металлургической, металлообрабатывающей промышленности, сточные воды которых являются источниками большого ряда металлов, в том числе и соединений марганца.

В бассейне Селенги расположено большое количество предприятий горнодобывающей, металлургической, металлообрабатывающей промышленности, сточные воды которых являются источниками большого ряда металлов, в том числе и соединений марганца.

5.3.11 Соединения алюминия

Алюминий, относящийся к распространенным элементам земной коры, находится преимущественно в виде алюмосиликатов. В процессе выветривания алюмосиликатов образуются глины, состав которых близок к составу каолинита. Природным источником поступления соединений алюминия в поверхностные воды являются глины и алюмосиликаты. Существенное влияние на уровень концентраций соединений алюминия в поверхностных водах оказывают сточные воды металлургических, керамических, а также производств, использующих соли алюминия в технологическом процессе и для водоподготовки.

Соединения алюминия присутствуют в поверхностных водах в растворенном, взвешенном и коллоидном состоянии. Алюминий способен образовывать прочные комплексы с рядом неорганических и органических соединений, в том числе с фторидами. Низкая миграционная способность обусловлена склонностью ионов аммония к гидролизу при значениях pH, характерных для природной воды, в результате чего происходит осаждение гидроксида алюминия. В достаточно кислой среде (например, при закислении водоемов) соединения алюминия находятся в ионной форме, наиболее токсичной для водоемов.

В воде р. Селенга в большинстве пунктов соединения алюминия содержатся в концентрациях, не превышающих ПДК, во всех пунктах контроля (рисунок 53). Наблюдались единичные случаи превышения ПДК у пос. Наушки в августе и ноябре до 1,1 ПДК (рисунок 54). Однако в многолетнем плане наблюдается четкая тенденция увеличения в воде р. Селенга у пос. Наушки и ниже с. Кабанск; в створах ниже г. Улан-Удэ – незначительное уменьшение (рисунок 55).

5.3.12 Фториды

Фтор в природе чаще всего встречается в виде плавикового шпата (CaF_2), селлаита (MgF_2), криолита ($\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$). Значительные количества фтора содержатся в фосфорных минералах – фосфорите, апатите.

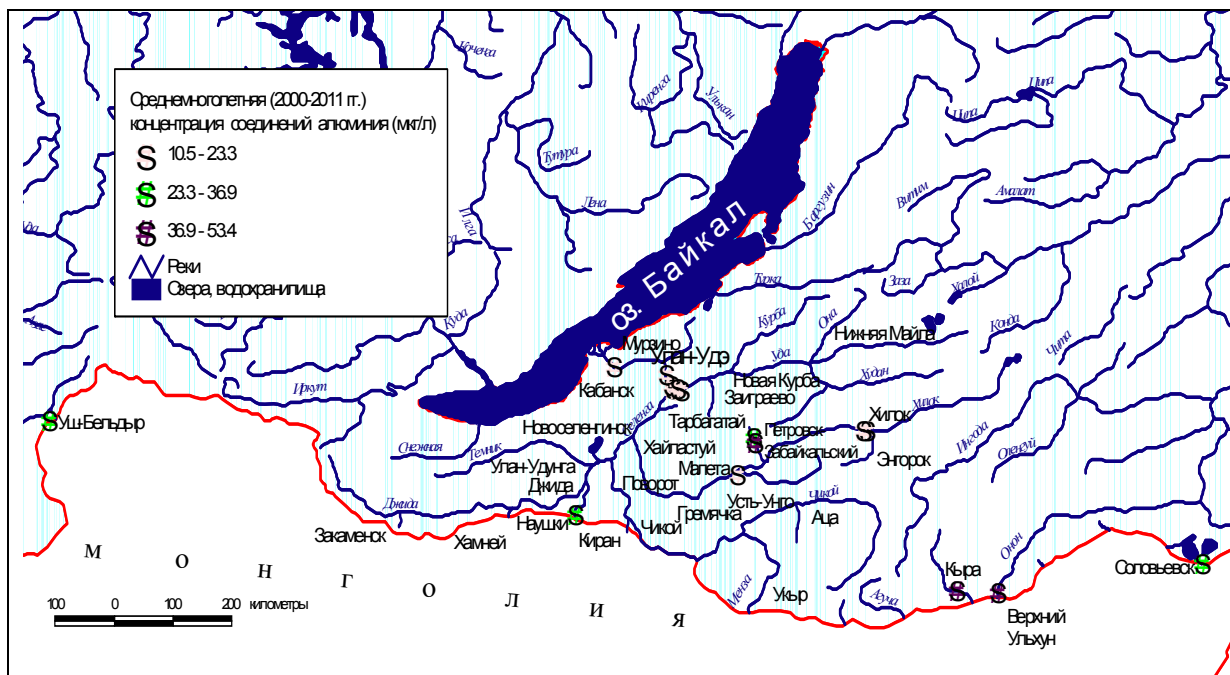


Рисунок 53 - Распределение среднегодовья концентраций соединений алюминия в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

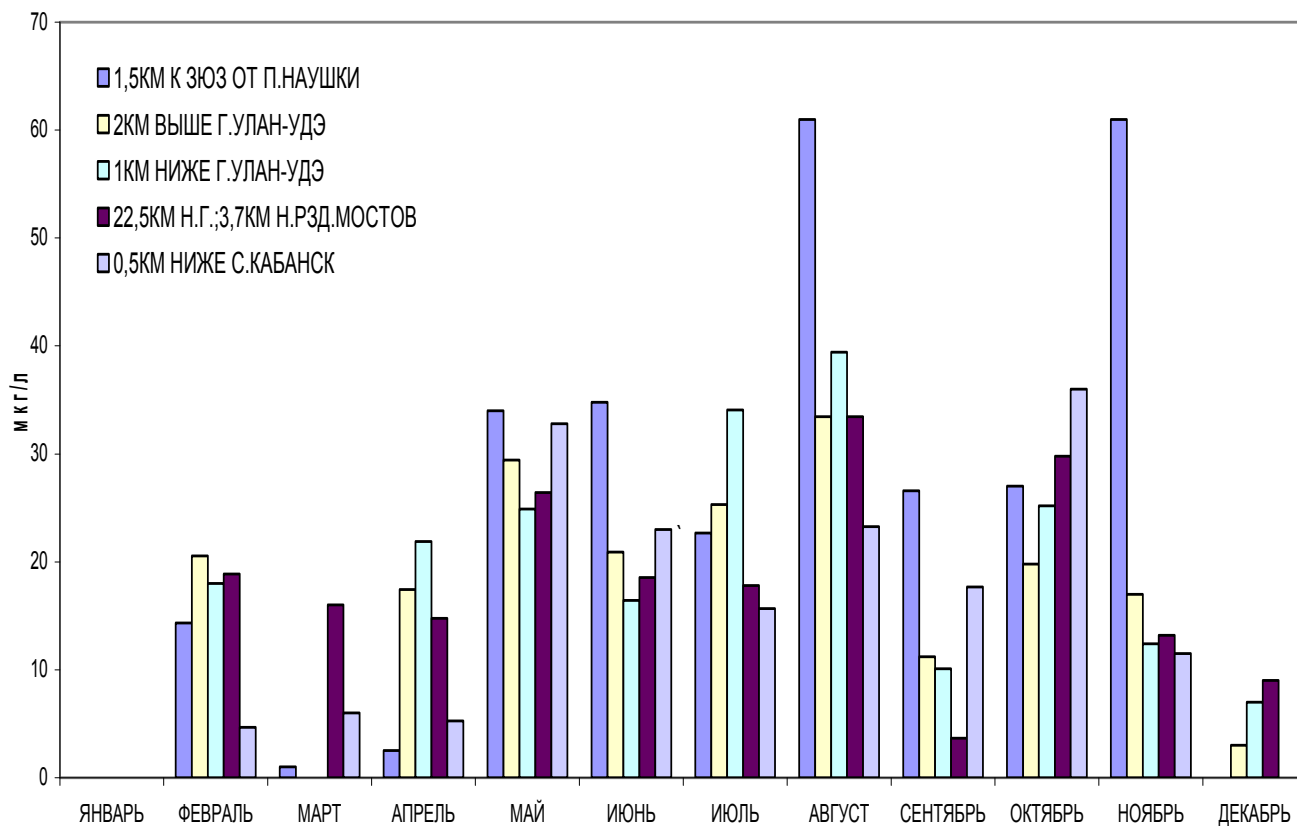


Рисунок 54 - Изменение среднегодовья сезонных концентраций соединений алюминия в воде р. Селенга

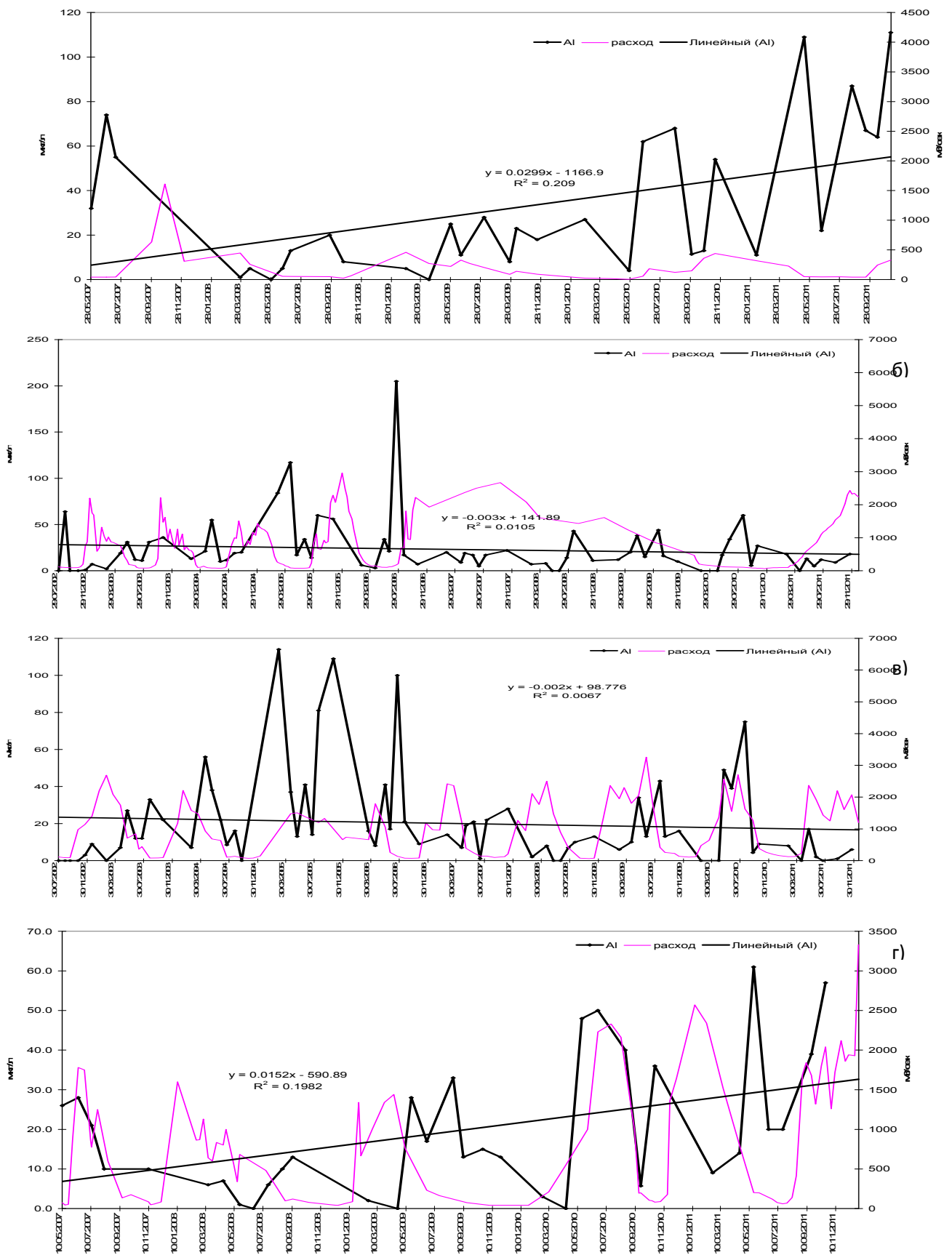


Рисунок 55 – Динамика изменения содержания соединений марганца в воде р. Селенга
а) – пос. Наушки, б) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, в) – 22,5 км ниже г. Улан-Удэ, г) – ниже с. Кабанск

Основными естественными источниками поступления фтора в поверхностные воды является выщелачивание фторсодержащих минералов, а также вулканические выбросы. Антропогенное загрязнение водных объектов фтором обусловлено их выносом со сточными водами химических, металлургических, стекольных, керамических, сельскохозяйственных производств и др. Источником поступления фтора в поверхностные воды являются также атмосферные осадки, куда он попадает при горении топлива, в виде промышленных выбросов, с почвенной пылью.

В поверхностных водах фтор присутствует как в виде свободных фторид-ионов, так и в виде комплексных ионов. Фторид-ион относится к устойчивым компонентам поверхностных вод. На его миграционную способность заметное влияние оказывают только ионы кальция, образующие с ионами фтора малорастворимое соединение CaF_2 . Щелочной характер воды увеличивает подвижность фтор-ионов. Выщелачиванию фторидов из пород способствуют сульфаты. При отсутствии существенных источников загрязнения фториды в основном поступают в реки с грунтовыми водами. В паводковый период доля питания за счет грунтовых вод уменьшается, поэтому в паводок концентрация фторидов в воде всегда меньше, чем в межень.

Фториды имеют существенное значение для нормального течения физиологических процессов в организме человека и животных; как недостаток, так и избыток фтора в воде оказывают негативное воздействие на многие системы организма, прежде всего костную.

Наблюдаемые в течение 1987-2011 гг. концентрации фторидов в воде р. Селенга в подавляющем числе лет не превышали ПДК, однако, довольно часто отмечались отдельные случаи превышения до 1-1,5-2 ПДК. Наблюдается стойкая тенденция увеличения содержания фторидов, возрастающий тренд отмечен у пос. Наушки; в створах ниже г. Улан-Удэ (рисунки 56 и 57).

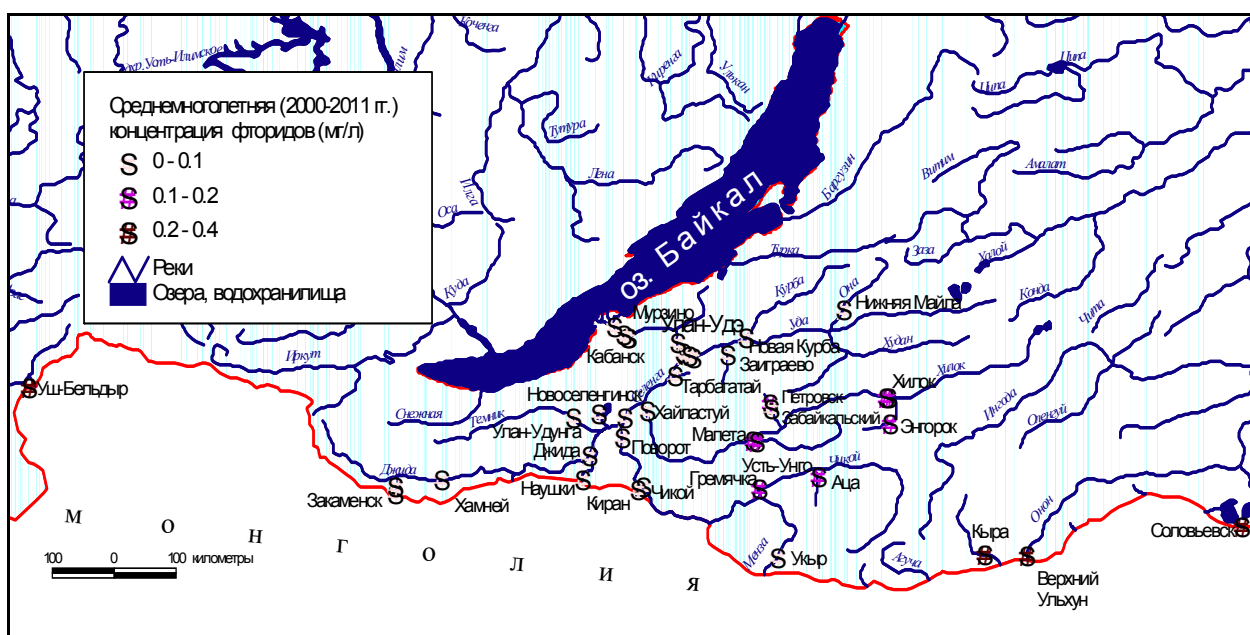


Рисунок 56 - Распределение среднеголетних концентраций фторидов в воде бассейна Селенги и трансграничных с Монголией рек

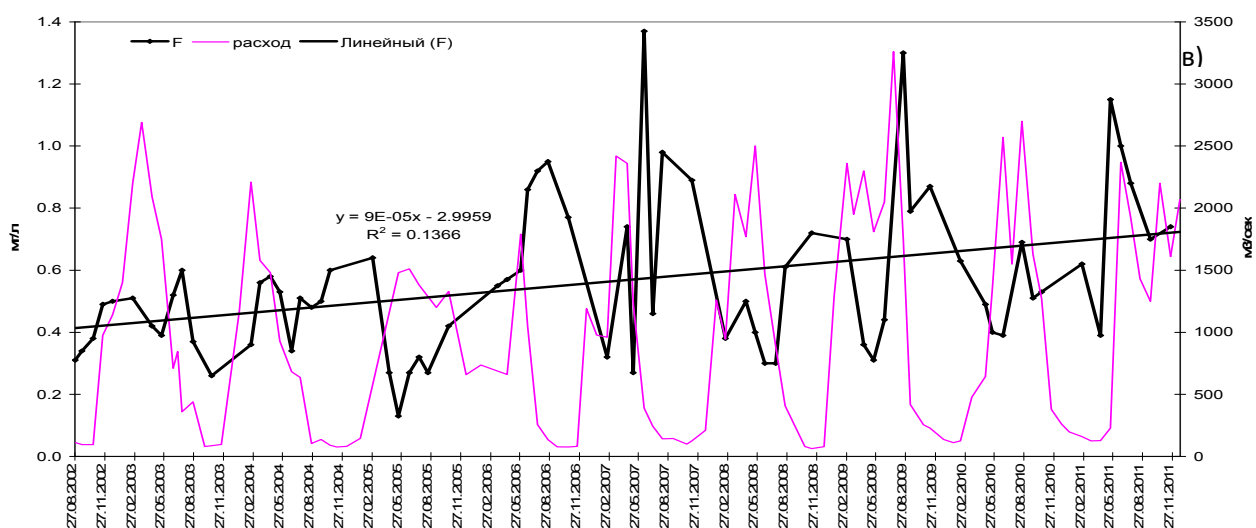
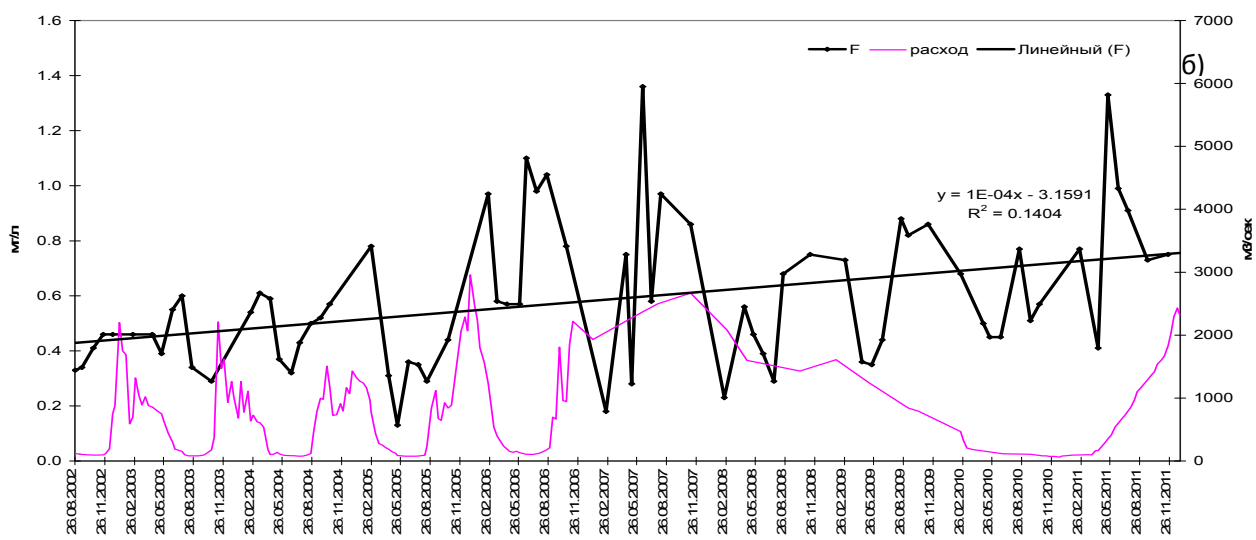
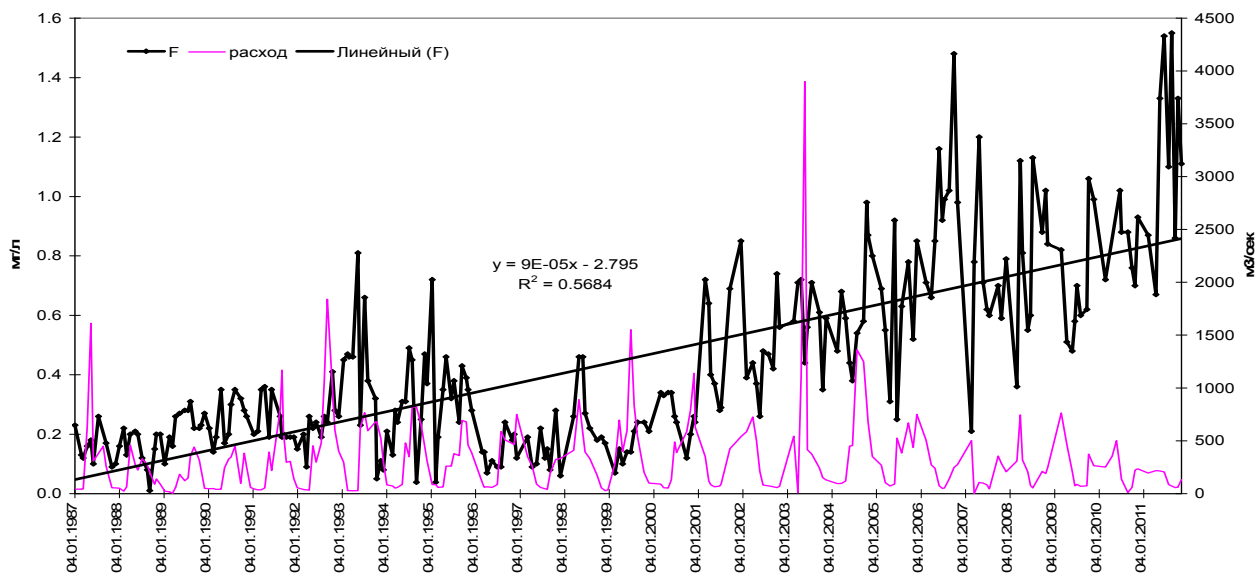


Рисунок 57 – Динамика изменения содержания соединений марганца в воде р. Селенга

а) – пос. Наушки, б) – 1 км ниже г. Улан-Удэ, в) – 22,5 км ниже г. Улан-Удэ

5.4 Комплексная оценка качества поверхностных вод бассейна Селенги

Качество поверхностных вод бассейна Селенги описано за период 2001-2011 гг. с использованием разработанного Гидрохимическим институтом метода комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод, ПДК вредных веществ для питьевого и культурно-бытового водопользования, а также норматива качества воды для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (таблица 33) [36, 37].

Таблица 33 - Критерии оценки загрязненности поверхностных вод

Ингредиенты и показатели	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимые концентрации, мг/л	Класс опасности
БПК ₅ (O ₂)	Общие требования	2,0	-
Аммоний солевой (NH ₄ ⁺)	Токсикологический	0,5; N(NH ₄ ⁺) = 0,39	4
Нитрат-ионы (NO ₃ ⁻)	Санитарно-токсикологический	40,0; N(NO ₃) = 9,00	3
Нитрит-ионы (NO ₂ ⁻)	Токсикологический	0,08; N(NO ₂) = 0,02	Усл.4
Нефть и нефтепродукты	Рыбохозяйственный	0,05	3
Фенолы	Рыбохозяйственный	0,001	3
Железо общее	Токсикологический	0,1	4
Медь (Cu ²⁺)	Токсикологический	0,001	3
Цинк (Zn ²⁺)	Токсикологический	0,01	3
Марганец (Mn ²⁺)	Токсикологический	0,01	4
Свинец (Pb ²⁺)	Токсикологический	0,006	2
Алюминий (Al ³⁺)	Токсикологический	0,04	4
Фтор (F ⁻)	Санитарно-токсикологический	0,75	3
ХПК	Общие требования	15,0	Усл.4
Калий (катион)	Санитарно-токсикологический	50,0	4-э
Кальций (катион)	Санитарно-токсикологический	180,0	4-э
Магний (катион)	Санитарно-токсикологический	40,0	4-э
Натрий (катион)	Санитарно-токсикологический	120,0	4-э
Сульфаты (анион)	Санитарно-токсикологический	100,0	4
Хлориды (анион)	Санитарно-токсикологический	300	4-э
Минерализация	Общие требования	1000	Усл.4

Классификация степени загрязненности воды - это условное разделение диапазона состава и свойств поверхностных вод в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от "условно чистой" до "экстремально грязной".

Качество воды оценивается по пяти классам:

1 класс - условно чистая;

2 класс - слабо загрязненная;

3 класс -

 разряд "а" загрязненная;

 разряд "б" - очень загрязненная;

4 класс -

разряд "а" – грязная;

разряд "б" – грязная;

разряд "в" - очень грязная;

разряд "г" - очень грязная;

5 класс - экстремально грязная.

- **Река Селенга, п. Наушки.** Вода реки с 2001 по 2007 гг. оценивалась 3 классом качества разряда "а", как "загрязненная". С 2008 г. качество воды ухудшилось до разряда "б" - "очень загрязненная" вода, при этом стали обнаруживаться критические загрязняющие вещества - соединения железа, меди, марганца. Число случаев превышения ПДК осталось высоким в пределах 67-100 % по фенолам, трудноокисляемым органическим веществам, соединениям меди, железа, марганца; от 11 до 44 % увеличилось число случаев превышения ПДК по соединениям цинка. Эпизодически наблюдались случаи превышения ПДК по соединениям ртути, свинца, алюминия и фторидам.

- **Река Селенга, 1,6 км ниже с. Новоселенгинск.** Наблюдается ухудшение качества воды, в 2002 г. вода оценивалась как "слабо загрязненная" (2 класс качества), в 2003-2007, 2009-2010 гг. как "загрязненная" (3 класс, разряд "а"), в 2011 г. как "очень загрязненная" (3 класс разряд "б"). В 2008 г. в качестве критического показателя загрязнения воды выделялись соединения меди. Число случаев превышения ПДК увеличилось по легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅) и фенолам до 56 %, осталось высоким по трудноокисляемым органическим веществам, соединениям меди, железа в пределах 44-100 %. В 2008-2009 гг. наблюдали случаи превышения ПДК по соединениям свинца.

- **Река Селенга, 2 км выше г.Улан-Удэ.** Вода реки стабильно характеризуется 3 классом, разряда "а", как "загрязненная". Число случаев превышения ПДК нефтепродуктами, фенолами, легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), соединениями цинка в течение 2001-2011 гг. изменялось в разных пределах, в 2011 г. соответственно составляло 11, 28, 17, 33 %; увеличилось до 31 % трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК); осталось высоким соединениями железа (86 % и марганца (100 %). Эпизодически наблюдали превышение ПДК по соединениям ртути (14-17 % в 2002 и 2004 гг.) свинца (25 % в 2001 г., 8 % в 2002 г., 33 % в 2008 г., 42 % в 2009 г.), соединениями кадмия (11 % в 2008 г.).

- **Река Селенга, 0,5 км ниже сброса ОС г.Улан-Удэ.** В течение 2001-2011 гг. вода оценивалась 3 классом качества; 2003-2007, 2009 гг. - как "загрязненная" (разряд "а"), 2001, 2010-2011 гг. - как "очень загрязненная" (разряд "б").

Наиболее высокое число случаев превышения ПДК нефтепродуктами, легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) 36 и 28 % наблюдалось в 2001 г., в последующие годы уменьшалось до 5,6 и 14 % в 2011 г.; фенолы и трудноокисляемые органические вещества превы-

шали ПДК в 28-29% случаев. Практически не изменяется, остается высоким число случаев превышения ПДК соединениями меди (58 %), цинка (42 %), железа (86 %), марганца (100 %). Наблюдались отдельные случаи превышения ПДК по соединениям ртути в 2002-2003 гг. (17 -14 %), свинца (в 2001 г. - 33 %, 2002 г. - 8 %, 2008 г. - 44 %, 2009 г. - 33 %), кадмия (11 %).

- **Река Селенга, 22 км ниже г.Улан-Удэ.** Вода оценивалась 3 классам качества, разряда "б", как "очень загрязненная" в 2001, 2008-2009 гг. В последние два года (2010-2011 гг.) наметилось улучшение качества воды до разряда "а" - "загрязненная". Число случаев превышения ПДК уменьшилось по нефтепродуктам и легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅) от 25 до нулевых значений в 2011 г.; фенолам от 75-64 % в 2001, 2006 гг. до 25 % в 2011 г.; практически не изменилось, осталось высоким по трудноокисляемым органическим веществам (25 %), соединениям меди (92 %), цинка (42 %), железа (86 %), марганца (100 %). В отдельные разные годы наблюдали превышение ПДК по соединениям ртути, свинца, кадмия.

- **Река Селенга, с.Кабанск, 3 км выше сбр.СЦКК.** В течение 2001-2011 гг. качество воды в этом створе оценивалось 3 классом, разряда "а" (загрязненная" вода), лишь в 2010 г. наблюдалось увеличение загрязненности воды до разряда "б" ("очень загрязненная"). Число случаев превышения ПДК в течение десятилетия отдельными ингредиентами мало менялось, оставаясь для нефтепродуктов, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), нефтепродуктов и фенолов в пределах 8-33 %. Превышение ПДК характерными для р.Селенга загрязняющими веществами - соединениями меди, цинка, железа осталось высоким (50-100 %), соединениями свинца отмечалось в 2001 г. (25 %), 2002 г. (17 %), 2008-2009 гг. (44-42 %), уменьшившись в 2010 г. до 8 %, соединениями кадмия отмечали в 2009 г. (17 %).

- **Река Селенга, с. Кабанск, 0,5 км ниже сброса сбр.СЦКК.** Вода в большинстве лет изучаемого периода характеризовалась 3 классом, разряда "а" ("загрязненная" вода), в 2010-2011 гг. качество воды в этом створе ухудшилось до разряда "б", вода характеризовалась как "очень загрязненная". В 2011 г. не наблюдалось увеличения содержания в воде створа нефтепродуктов, в концентрациях, превышающих ПДК. Число случаев превышения ПДК фенолами, легкоокисляемыми органическими веществами в течение 2001-2011 гг. изменялось в разных пределах, уменьшившись к 2011 г. до 13 и 38 % соответственно. Увеличилось в воде содержание нитритного азота, превышение ПДК которым в 2011 г. составляло 25 %. Число случаев превышения ПДК легкоокисляемыми органическими веществами, соединениями меди, цинка и железа осталось высоким, в пределах 63-100 %. Превышение ПДК соединениями свинца наблюдали в 2001 г. в 46 % случаев, в 2008-2009 г. (в 22 и 50 % случаев), кадмия (17 %).

- **Река Селенга, 0,5 км ниже с. Кабанск.** Изменение уровня загрязненности воды в этом створе аналогично изменению качества воды в створе 0,5 км ниже сброса СЦКК. Вода в течение 2001-2009 гг. характеризовалась 3 классом, разряда «а», как «загрязненная», в 2010-2011 гг. каче-

ство воды ухудшилось до разряда «б» «очень загрязненная» вода. Число превышений ПДК по большинству загрязняющих веществ практически оставалось стабильным, наиболее высоким в процентном соотношении было по соединениям железа и марганца (100 %), меди и цинка (58 % и 50 %). В отдельные годы наблюдали превышение ПДК по соединениям свинца в 2001 г. – 42 %, 2002 г. – 8 %, 2008 г. – 22 %, 2009 г. – 50 %, 2010 г. – 17 %; нитритного азота – 8,3 % в 2001 г., 2010 г., 2011 г.

- **Река Селенга, 1,4 км ниже с. Мурзино.** Вода устьевого участка р. Селенга также характеризовалась 3 классом, разряда «а» («загрязненная» вода), исключением являлся 2010 г., когда качество воды ухудшилось до разряда «б» («очень загрязненная» вода). Превышение ПДК нефтепродуктами, фенолами, легкоокисляемыми органическими веществами колебалось, увеличиваясь или уменьшаясь, в 2011 г. составляя 11 %. Характерными загрязняющими веществами являлись соединения меди и железа, превышение ПДК которыми составляло 56 и 100 % соответственно. Высоким был процент превышения ПДК по трудноокисляемым органическим веществам и соединениям цинка (33 и 44 % соответственно). В 2010 г. наблюдали превышение ПДК по нитритному азоту до 11 %.

- **Река Джиды, 4 км выше с. Хамней.** Характеризовалась как «загрязненная» (разряд «а» 3 класса) в подавляющем большинстве лет, в отдельные годы наблюдалось ухудшение качества воды до разряда «б» («очень загрязненная» вода) (2001 г., 2007-2008 гг.). К характерным загрязняющим веществам относились легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения меди, цинка, превышение ПДК которыми достигало 60 %.

- **Река Джиды, ст. Джиды.** Качество воды этого створа оценивается 3 классом, разряда «а» («загрязненная» вода), исключение составляет 2008 г., когда вода характеризовалась как «очень загрязненная». В 2010 г. качество воды улучшилось до 2 класса («слабо загрязненная»), что объясняется отсутствием превышения ПДК по нефтепродуктам, легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅), аммонийному и нитритному азоту, соединениям марганца. В 2008 и 2009 гг. наблюдали превышение ПДК по соединениям свинца до 20 % и 60 % соответственно.

- **Река Модонкуль** - наиболее загрязненный приток Селенги. В створе 2 км выше г. **Закаменск** вода характеризовалась как «грязная» (4 класс качества, разряды «а» и «б»). Критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди, железа, цинка, фториды. От 50 % до 100 % составляло число случаев превышения ПДК по легкоокисляемым органическим веществам, соединениям меди, цинка, железа, являющимися характерными загрязняющими веществами. Периодически превышение ПДК наблюдали по сульфатам (20 % - в 2002 г., 2004-2005 гг., 2010 г.; 40 % - в 2008-2009 гг.; 60 % - в 2007 г.); в 2006 г. по соединениям свинца (60 %); в 2008-2009 гг., 2011 г. по соединениям кадмия (60 %, 40 % и 75 % соответственно).

Высок уровень загрязненности воды р. Модонкуль в створе 1 км ниже очистных сооружений г. Закаменск, где качество воды стабильно оценивается 4 классом, разрядов «а» и «б» («гряз-

ная»). Критического уровня загрязненности так же, как и в верхнем створе, достигали соединения меди, железа, цинка, фториды. Характерными загрязняющими веществами являлись фенолы, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди, цинка, железа, сульфаты. Превышение ПДК наблюдали по соединениям свинца в 2008 г. (40 %), 2009 г. (60 %); соединениям кадмия в 2008-2009 гг. (60 %), 2011 г. (75 %).

- **Река Темник, Улус Улан-Удунга.** Вода р. Темник в 2004-2006 гг. характеризовалась хорошим качеством, 2 классом («слабо загрязненная» вода). Начиная с 2007 г. по 2011 г. уровень загрязненности воды р. Темник увеличился до 3 класса, разряда «а» («загрязненная» вода). Наиболее высокий процент превышения ПДК отмечен по легко- и трудноокисляемым органическим веществам; соединениям цинка (50 %); соединения меди (75 %). В 2008 г. и 2009 г. отмечали превышение ПДК по соединениям свинца в 75 % и 25 % соответственно; в 2008 г. – по соединения кадмия (25 %).

- **Река Чикой.** В створе выше кожевенного завода **с. Чикой** в течение периода 2001-2011 гг. вода оценивалась 3 классом, разряда «а» («загрязненная» вода). Характерными загрязняющими веществами воды реки являются соединения цинка, меди, железа, превышение ПДК которыми составляет 50 %, 87,5 %, 100 % соответственно. Концентрация трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) превышали ПДК в 37,5 % . В 2008 г. наблюдали превышение ПДК соединениями свинца и кадмия в 14 %, в 2009 – соединениями свинца в 50 % случаев.

Вода р. Чикой, ниже **с. Гремячка** характеризуется более низким качеством, чем в створе ниже кожевенного завода, качество воды реки снижалось в отдельные годы (2001-2002, 2004, 2006, 2008, 2010 гг.) до разряда «б» 3 класса («очень загрязненная» вода). В 2001, 2004, 2008 гг. критического уровня загрязненности воды реки достигали соединения железа, меди, марганца. Характерными загрязняющими веществами рек являются фенолы, соединения цинка, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения меди и железа, превышение ПДК которыми составляет 50-75-100 % (таблица 34).

Таблица 34 - Характеристика качества поверхностных вод бассейна Селенги за период 2001-2011 гг.

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>р. Селенга, 1,5 км к З-ЮЗ пос. Наушки</i>											
УКИЗВ	2,91	2,51	2,35	2,83	2,55	2,82	2,82	3,11	3,22	3,17	3,24
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А	3Б	3Б	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	Соединения железа	-	Соединения железа	Соединения меди	-	Соединения марганца
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	44,4	33,3	11,1	10,0	33,3	-	33,3	33,3	11,1	44,4	11,1
Фенолы	66,7	-	55,6	30,0	33,3	67,0	44,4	-	22,2	66,7	66,7
БПК ₅	-	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Аммонийный азот	-	-	-	-	14,3	-	-	-	-	-	-
Нитритный азот	-	-	-	12,5	-	-	-	14,3	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	33,3	44,4	66,7	66,7	44,4	66,7
Соединения меди	88,9	77,8	77,8	90,0	100	100	100	88,9	77,8	77,8	88,9
Соединения цинка	11,1	22,2	11,1	40,0	11,1	22,0	-	66,7	88,9	33,3	44,4
Соединения железа	100	87,5	57,1	100	71,4	86,0	100	100	71,4	100	85,7
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100
Соединения ртути	22,2	55,6	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	14,3	22,2	-	-
Соединения алюминия	-	-	-	-	-	-	66,7	-	-	-	-
Фториды							33,3				

<i>р. Селенга, 1,6 км ниже с. Новоселенгинск</i>											
УКИЗВ	2,81	1,97	2,18	2,8	2,19	2,53	2,60	2,84	2,65	2,18	3,34
Класс качества	3А	2	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А	3А	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	Соединения железа	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	33,3	-	-	11,1	-	22,0	33,3	11,1	11,1	-	11,1
Фенолы	55,6	33,3	22,2	44,4	22,2	33,0	-	-	-	11,1	55,6
БПК ₅	11,1	12,5	66,7	22,2	33,3	-	33,3	33,3	11,1	37,5	55,6
Нитритный азот	-	-	-	-	-	14,0	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	22,0	33,3	66,7	77,8	-	44,4
Соединения меди	66,7	88,9	77,8	88,9	100	100	100	66,7	88,9	77,8	55,7
Соединения цинка	22,2	-	-	22,2	11,1	-	11,1	55,6	77,8	22,2	22,2
Соединения железа	75,0	87,5	57,1	87,5	100	100	71,4	85,7	100	100	100
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	12,5	44,4	-	-
<i>р. Селенга, 2 км выше г. Улан-Удэ</i>											
УКИЗВ	2,70	1,82	2,20	2,22	2,19	2,50	2,27	2,93	2,83	2,94	2,93
Класс качества	3А	2	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	33,3	-	5,7	13,9	19,4	8,0	11,1	5,6	19,4	22,2	11,1
Фенолы	47,2	16,7	8,6	31,4	25,0	8,0	2,8	8,3	2,78	25,0	27,8
БПК ₅	22,2	27,8	40,0	33,3	11,1	11,1	2,8	22,2	22,2	25,0	16,7
ХПК	-	-	-	-	-	25,0	22,2	19,4	13,9	11,1	30,6
Соединения меди	25,0	66,7	58,3	91,7	75,0	100	100	66,7	41,7	58,3	50,0
Соединения цинка	16,7	16,7	-	8,3	8,3	-	-	50,0	66,7	8,3	33,3
Соединения железа	85,7	71,4	71,4	75,0	85,7	63,0	100	42,9	42,9	85,7	85,7

Соединения марганца	-	83,3	85,7	85,7	100	86,0	100	100	100	100	100
Соединения ртути	-	16,7	-	14,3	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	25,0	8,3	-	-	-	-	-	33,3	41,7	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	11,1	-	-	-
<i>р. Селенга, ниже г. Улан-Удэ 0,5 км ниже сброса ОС</i>											
УКИЗВ	3,09	2,15	2,49	2,39	2,23	2,68	2,56	3,14	2,89	3,08	3,28
Класс качества	3Б	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	36,1	2,8	-	22,2	17,6	6,0	19,4	13,9	16,7	22,2	5,6
Фенолы	50,0	25,0	13,9	60,0	35,3	31,0	2,8	8,3	5,6	27,8	27,8
БПК ₅	27,8	38,9	44,4	41,7	8,8	9,0	16,7	22,2	13,9	19,4	13,9
Нитритный азот	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,6
ХПК	-	-	-	-	-	23,0	33,3	27,8	33,3	25,0	33,3
Соединения меди	33,3	83,3	83,4	91,7	91,7	100	-	91,7	33,3	58,3	58,3
Соединения цинка	16,7	8,3	16,7	8,3	8,3	-	-	50,0	66,7	8,3	41,7
Соединения железа	85,7	71,4	71,4	87,5	100	75,0	-	57,1	71,4	85,7	85,7
Соединения марганца	-	83,3	100	85,7	100	86,0	100	100	100	100	100
Соединения ртути	-	16,7	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	33,3	8,3	-	-	-	-	-	44,4	33,3	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	11,1	-	-	-

<i>р. Селенга, 22,5 км ниже г. Улан-Удэ</i>											
УКИЗВ	3,13	2,38	2,38	2,04	1,93	2,99	2,16	3,43	3,08	2,94	2,64
Класс качества	3Б	3А	3А	3А	2	3А	3А	3Б	3Б	3А	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	25,0	25,0	-	-	25,0	27,0	8,3	8,3	16,7	8,3	-
Фенолы	75,0	25,0	38,5	33,3	25,0	64,0	-	16,7	8,3	25,0	25,0
БПК ₅	58,3	41,7	38,5	25,0	-	9,0	8,3	33,3	16,7	16,7	-
Нитритный азот	-	-	-	-	-	-	-	14,3	-	-	14,3
ХПК	-	-	-	-	-	27,0	16,7	27,8	25,0	16,7	25,0
Соединения меди	36,4	58,3	75,0	100	91,7	91,0	100	91,7	50,0	58,3	91,7
Соединения цинка	18,2	16,7	-	8,3	16,7	-	-	66,7	75,0	16,7	41,7
Соединения железа	85,7	71,4	85,7	87,5	100	100	85,7	57,1	85,7	100	85,7
Соединения марганца	-	50,0	71,4	85,7	100	86,0	100	100	100	100	100
Соединения ртути	-	60,0	28,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	50,0	8,3	-	-	-	-	-	11,1	25,0	8,3	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	11,1	-	-	-
<i>р. Селенга, с. Кабанск 3 км выше сбр. СЦКК</i>											
УКИЗВ	2,63	2,41	2,19	2,20	2,38	2,26	2,02	2,58	2,79	3,22	2,67
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	8,3	25,0	-	-	8,3	8,0	16,7	16,7	16,7	16,7	8,3
Фенолы	33,3	25,0	16,7	36,4	33,3	25,0	-	-	-	33,3	25,0
БПК ₅	33,3	16,7	25,0	18,2	33,3	8,0	25,0	16,7	16,7	41,7	8,3
ХПК	-	-	-	-	-	25,0	8,3	8,3	33,3	41,7	33,3
Соединения меди	66,7	75,0	83,3	90,9	91,7	100	100	75,0	83,3	50,0	50,0

Соединения цинка	16,7	8,3	16,7	9,1	8,3	-	-	58,3	83,3	41,7	50,0
Соединения железа	85,7	100	85,7	100	100	100	100	100	100	85,7	85,7
Соединения свинца	25,0	16,7	-	-	-	-	-	44,4	41,7	8,3	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-
<i>р. Селенга, с. Кабанск 0,5 км ниже сб. СЦКК</i>											
УКИЗВ	3,07	2,39	2,54	2,55	2,63	2,53	2,21	2,77	2,96	3,83	3,17
Класс качества	3Б	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	16,7	8,3	9,1	16,7	-	25,0	16,7	25,0	16,7	16,7	-
Фенолы	33,3	-	9,1	41,7	41,7	17,0	-	-	-	50,0	12,5
БПК ₅	25,0	8,3	27,3	25,0	25,0	8,0	33,3	25,0	33,3	50,0	37,5
Нитритный азот	8,3	8,3	9,1	8,3	8,3	-	-	-	8,3	16,7	25,0
ХПК	-	-	-	-	-	25,0	25,0	16,7	41,7	66,7	50,0
Соединения меди	91,7	75,0	100	100	100	100	100	91,7	75,0	83,3	75,0
Соединения цинка	16,7	16,7	9,1	-	8,3	8,0	-	50,0	83,3	41,7	62,5
Соединения железа	85,7	100	71,4	100	100	86,0	85,7	100	100	100	100
Соединения свинца	45,5	-	-	-	-	-	-	22,2	50,0	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-
<i>р. Селенга, 0,5 км ниже с. Кабанск</i>											
УКИЗВ	2,95	2,29	2,74	2,11	2,39	2,66	2,08	2,86	2,64	3,42	3,04
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	8,3	8,3	16,7	-	8,3	17,0	-	25,0	-	16,7	8,3
Фенолы	33,3	8,3	33,3	25,0	25,0	25,0	-	8,3	-	25,0	25,0
БПК ₅	25,0	16,7	33,3	25,0	33,3	8,0	25,0	16,7	16,7	50,0	8,3

ХПК	-	-	-	-	-	25,0	16,7	-	33,3	33,3	25,0
Соединения меди	33,3	83,3	75,0	91,7	91,7	100	100	91,7	83,3	66,7	58,3
Соединения цинка	8,3	25,0	33,3	8,3	8,3	8,0	-	58,3	91,7	41,7	50,0
Соединения железа	100	100	85,7	85,7	100	86,0	100	100	100	100	100
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	80,0	100	100	100	100
Соединения свинца	41,7	8,3	-	-	-	-	-	22,2	50,0	16,7	-
<i>р. Селенга, 0,4 км ниже с. Мурзино</i>											
УКИЗВ	2,68	2,51	2,47	2,14	2,04	2,55	2,24	2,94	2,41	3,22	2,46
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	55,6	22,2	-	-	-	11,0	33,3	11,1	-	11,1	11,1
Фенолы	22,2	22,2	22,2	44,4	33,3	33,0	-	11,1	-	11,1	11,1
БПК ₅	11,1	22,2	33,3	33,3	33,3	22,2	33,3	11,1	22,2	33,3	11,1
ХПК	-	-	-	-	-	44,0	11,1	22,2	22,2	44,4	33,3
Соединения меди	66,7	77,8	66,7	100	88,9	100	100	77,8	77,8	66,7	55,6
Соединения цинка	11,1	11,1	33,3	-	-	-	-	66,7	77,8	33,3	44,4
Соединения железа	100	77,8	88,9	88,9	100	78,0	100	88,9	100	66,7	100
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	37,5	22,2	-	-
<i>р. Джсида, 4 км выше с. Хамней</i>											
УКИЗВ	3,21	2,66	2,02	2,20	3,04	2,43	3,04	3,36	2,81	2,34	2,47
Класс качества	3Б	3А	3А	3А	3Б	3А	3Б	3Б	3А	3А	3А
КПЗ	-	Соединения железа	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	20,0	-	-	-	40,0	-	40,0	-	40,0	20,0	-
Фенолы	40,0	20,0	-	20,0	40,0	40,0	-	20,0	-	20,0	20,0
БПК ₅	80,0	20,0	20,0	100	50,0	20,0	40,0	80,0	60,0	20,0	60,0
ХПК	-	-	-	-	-	-	60,0	80,0	60,0	40,0	20,0

Соединения меди	80,0	100	80,0	100	100	100	100	60,0	100	80,0	60,0
Соединения цинка	40,0	20,0	40,0	20,0	20,0	20,0	20,0	40,0	80,0	-	60,0
Соединения железа	80,0	60,0	60,0	100	60,0	80,0	80,0	60,0	20,0	20,0	40,0
Сульфаты	-	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	-	60,0	-	-
<i>р. Джидда, 3,5 км к ЮЗ от ст. Джидда</i>											
УКИЗВ	2,78	2,57	2,11	2,32	2,16	2,52	2,28	3,03	2,41	1,63	2,04
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А	2	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	20,0	-	-	20,0	60,0	40,0	20,0	-	20,0	20,0	-
Фенолы	60,0	40,0	20,0	20,0	20,0	20,0	-	20,0	-	20,0	20,0
БПК ₅	40,0	40,0	40,0	20,0	-	-	40,0	60,0	40,0	-	-
Аммонийный азот	-	-	-	-	-	20,0	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	20,0	40,0	40,0	40,0	-	20,0
Соединения меди	100	80,0	100	80,0	100	100	100	80,0	80,0	100	80,0
Соединения цинка	-	40,0	-	-	-	-	-	40,0	80,0	-	60,0
Соединения железа	100	60,0	100	100	80,0	100	100	80,0	20,0	60,0	40,0
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	20,0	60,0	-	-
<i>р. Модонкуль, 2 км выше г. Закаменск</i>											
УКИЗВ	4,32	2,38	3,89	3,55	4,77	4,37	4,34	4,15	4,09	3,72	3,19
Класс качества	4А	3А	4А	4А	4А	4А	4Б	4А	4А	4А	3Б
КПЗ	Соединения меди, цинка	Соединения меди	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения железа, меди, цинка	Соединения меди, цинка	фториды	фториды	Соединения железа, фториды
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	40,0	-	-	-	60,0	20,0	40,0	40,0	20,0	-	-
Фенолы	80,0	-	20,0	20,0	40,0	40,0	-	40,0	20,0	60,0	25,0

БПК ₅	40,0	20,0	50,0	20,0	50,0	20,0	25,0	40,0	20,0	60,0	50,0
ХПК	-	-	-	-	-	-	20,0	60,0	40,0	20,0	-
Соединения меди	100	100	-	100	100	100	100	80,0	80,0	100	100
Соединения цинка	80,0	100	60,0	100	100	80,0	100	80,0	60,0	60,0	50,0
Соединения железа	100	80,0	80,0	80,0	60,0	100	80,0	100	80,0	60,0	75,0
Сульфаты	-	20,0	-	20,0	20,0	-	60,0	40,0	40,0	20,0	-
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	-	60,0	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	60,0	40,0	-	75,0
<i>р. Модонкуль, 1,3 км ниже г Закаменск, 1 км ниже ОС</i>											
УКИЗВ	4,96	3,92	4,88	4,07	4,89	3,79	4,14	4,21	5,12	4,58	4,44
Класс качества	4Б	4А	4Б	4А	4Б	4А	4А	4Б	4А	4А	4А
КПЗ	Соединения меди, цинка	Соединения меди	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения меди, цинка	Соединения железа, меди, цинка	фториды	фториды	фториды
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	20,0	-	-	-	60,0	-	-	20,0	-	-	-
Фенолы	60,0	60,0	40,0	20,0	60,0	60,0	-	-	-	50,0	75,0
БПК ₅	60,0	20,0	40,0	40,0	50,0	-	50,0	20,0	40,0	50,0	25,0
Аммонийный азот	20,0	40,0	20,0	20,0	-	-	-	-	20,0	-	-
Нитритный азот	20,0	40,0	40,0	-	-	-	-	60,0	80,0	75,0	25,0
ХПК	-	-	-	-	-	-	40,0	80,0	40,0	50,0	50,0
Соединения меди	100	100	-	100	100	100	100	80,0	80,0	100	100
Соединения цинка	80,0	100	60,0	100	100	80,0	100	100	80,0	50,0	50,0
Соединения железа	100	100	80,0	100	100	100	75,0	100	80,0	100	100
Сульфаты	40,0	60,0	40,0	80,0	40,0	40,0	40,0	60,0	80,0	50,0	75,0
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	40,0	60,0	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	60,0	60,0	-	75,0

<i>р. Темник, 1 км к ЮЗ от улус Улан-Удунга</i>											
УКИЗВ	2,21	3,24	2,01	1,85	1,88	1,68	2,64	2,15	2,59	2,59	2,33
Класс качества	3А	3Б	3А	2	2	2	3А	3А	3А	3А	3А
КПЗ	-	кислород	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	75,0	-	25,0	-	-	50,0	50,0	-	25,0	-	-
Фенолы	-	50,0	-	-	-	-	-	-	-	25,0	25,0
БПК ₅	25,0	25,0	25,0	50,0	50,0	-	25,0	-	75,0	50,0	50,0
ХПК	-	-	-	-	-	-	75,0	25,0	-	25,0	50,0
Соединения меди	50,0	50,0	100	100	100	100	100	75,0	50,0	100	75,0
Соединения цинка	-	25,0	25,0	25,0	25,0	-	25,0	75,0	100	50,0	50,0
Соединения железа	75,0	50,0	25,0	75,0	75,0	100	50,0	100	75,0	25,0	25,0
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	75,0	25,0	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	25,0	-	-	-
<i>р. Чикой, 0,2 км ниже с Гремячка</i>											
УКИЗВ	3,50	3,26	2,72	3,33	2,96	3,09	2,14	3,15	2,12	3,51	2,59
Класс качества	3Б	3Б	3А	3Б	3А	3Б	3А	3Б	3А	3Б	3А
КПЗ	Соединения железа	-	-	Соединения меди	-	-	-	Соединения марганца	-	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	100	75,0	100	75,0	100	75,0	50,0	75,0	100	100	100
Фенолы	50,0	75,0	25,0	50,0	66,7	75,0	50,0	75,0	-	75,0	50,0
БПК ₅	100	100	100	100	50,0	100	100	100	100	100	100
ХПК	-	-	-	-	-	100	75,0	100	75,0	75,0	75,0
Соединения меди	75,0	100	100	50,0	75,0	100	25,0	25,0	-	25,0	100
Соединения цинка	75,0	50,0	25,0	50,0	50,0	100	-	25,0	-	-	-
Соединения железа	100	100	100	50,0	75,0	25,0	-	-	25,0	50,0	-
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	-	100	75,0	100	100

<i>р. Чикой, с. Чикой, 0,1 км выше кожевенного завода</i>											
Годы	2,38	2,71	2,41	2,90	2,27	2,05	2,27	2,74	2,61	2,46	2,32
Класс качества	3А	3А	3А	3А	2	3А	3А	3А	3А	3А	3А
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	Соединения меди	-	-
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	50,0	37,5	25,0	25,0	-	-	12,5	-	25,0	-	12,5
Фенолы	37,5	62,5	50,0	62,5	37,5	-	12,5	-	-	25,0	-
БПК ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	25,0	12,5	12,5	12,5	25,0	37,5
Соединения меди	75,0	62,5	62,5	100	100	100	87,5	37,5	87,5	100	87,5
Соединения цинка	-	12,5	25,0	25,0	-	38,0	25,0	50,0	87,5	37,5	50,0
Соединения железа	100	75,0	87,5	100	87,5	88,0	100	100	87,5	87,5	100
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	14,3	50,0	-	-
Соединения кадмия	-	-	-	-	-	-	-	14,3	-	-	-

5.5 Оценка качества трансграничных поверхностных вод России и Монголии

Анализ современных тенденций экологических и природоохранных мероприятий свидетельствует о возрастающей конкуренции в сфере распределения и использования пресной воды в мировом масштабе. Распределение и совместное использование водных ресурсов трансграничных рек Центральной Азии затрагивает политические, экономические, социальные и экологические аспекты суверенных государств региона. Прогрессирующая индустриализация и потенциальное изменение климата усугубляют эту ситуацию. В этом плане российско-монгольское сотрудничество в бассейне трансграничных водных объектов представляет интересную модель межгосударственного сотрудничества, основанную на взаимном уважении прав сторон, понимании значимости и ответственности за сохранение трансграничных поверхностных вод.

Река Селенга – главный трансграничный приток озера Байкал, обеспечивает водой прибрежные районы Монголии и Республики Бурятия Российской Федерации. Образуясь в Монголии слиянием рек Идэр и Мурен, к устью р. Селенга становится полноводной и пополняет Байкал водой в среднем около 30 км³ в год, что составляет более 50 % водного баланса озера. На трансграничной территории реки расположены крупные месторождения полезных ископаемых, горные объекты России и Монголии, железнодорожные и автомобильные магистрали с выходом на Азиатско-Тихоокеанский регион.

Бассейн р. Селенга, крупнейшая составляющая бассейна Байкала, это единая трансграничная геосистема крупного масштаба, относящаяся к сложному природно-антропогенному комплексу, где приграничные территории России и Монголии имеют общие инфраструктурные, транспортные и энергетические объекты. Современные проблемы водопользования в Монголии стоят достаточно остро. Напряженная ситуация складывается на реках Орхон, Туул и Хараа, в районах сосредоточения мощных источников загрязнения – промышленных центров Дархана, Улан-Батора и Эрдэнэт. В монгольскую часть бассейна р. Селенга ежегодно сбрасывается более 300 млн. м³ сточных вод. При этом уровень очистки промышленных и коммунально-бытовых стоков варьирует от 10 % до 80 %. Значительная часть водопользователей сбрасывает неочищенные сточные воды непосредственно в речную сеть. Особенно стоит вопрос о загрязнении малых рек, формирующих более трети речного стока. В настоящее время в результате золотодобывающих работ в Монголии на значительной части верхнего бассейна Селенги нарушен гидрологический режим притоков реки, характеризующихся высоким уровнем загрязненности воды.

В результате складывается неблагоприятная ситуация для водных объектов на территории России. Влияние сточных вод индустриальных центров Монголии оказывает доминирующее влияние на уровень загрязненности воды в ниже расположенной российской территории части бассейна Селенги. Поскольку на территории России сохраняется напряженное экологическое состоя-

ние р. Селенга, то мощное поступление дополнительных объемов техногенных загрязнений может привести к многократному росту уровня загрязненности воды главного притока оз. Байкал – р. Селенга.

Характер природопользования в бассейне р. Селенга определяет направление эколого-экономической стратегии развития данной территории и является не только межгосударственной, но и мировой проблемой. 63 % площади бассейна Селенги находится на территории Монголии и только 37 % на территории России.

В бассейн р. Селенга на территории России входят южные и центральные районы Республики Бурятия и западные районы Забайкальского края. Это наиболее развитые территории субъектов Российской Федерации. На этих территориях производится более 80 % валового регионального продукта Республики Бурятия. На территории Монголии бассейн Селенги также является экономически развитым.

Монголия по географическому расположению находится на стыке трех больших бассейнов, в засушливой части Азиатско-Тихоокеанского региона, с малым количеством осадков и неравномерным распределением водных ресурсов по территории, относится к странам с ограниченными водными ресурсами, поскольку 60 % поверхностных вод выходит за пределы страны. Большинство расходов воды Монголии приходится на бассейн Селенги.

Экологическое состояние Селенги и соответственно озера Байкал во многом определяется координацией усилий России и Монголии в области охраны и рационального использования трансграничных водных ресурсов.

На современном этапе российско-монгольское сотрудничество в области охраны и использования трансграничных поверхностных вод отвечает национальным интересам как Монголии, так и России. Еще в советское время были приняты обязательства по сохранению чистоты вод бассейна Селенги. В 1974 г. правительствами СССР и Монголии было заключено соглашение о рациональном использовании и охране поверхностных вод бассейна Селенги, которое предусматривало сотрудничество сторон в области охраны вод от загрязнения, засорения и истощения, разработок критериев и нормативов оценок качества воды и генеральной схемы охраны вод.

С 1980 г. правительство Монголии начало предпринимать меры по охране и сохранению экологического равновесия воды р. Селенга, как основного притока озера Байкал, являющегося ядром пресных вод. Была принята Региональная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна Селенги.

В настоящее время отношения двух стран регулируются Соглашением по охране и использованию трансграничных вод, подписанным Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии в 1995 г., которое продолжило линию преемственности Соглашения 1974 г.

Соглашение с российской стороны работает на территории Республик Бурятия, Тыва Забайкальского края и охватывает бассейны трансграничных водных объектов, расположенных на их территориях.

На российской территории межправительственное Соглашение реализует Управление водных ресурсов озера Байкал Федерального агентства водных ресурсов (Байкалводресурсы) в тесном взаимодействии с территориальными органами федеральных ведомств, таких как Росгидромет, Роспотребнадзор, Росприроднадзор, Ростехнадзор, МЧС и другими органами исполнительной власти субъектов Байкальского региона. За время действия Соглашения каждая из сторон принимает всесторонние меры по охране и рациональному использованию бассейна озера Байкал. Ежегодно проводятся Совещания Уполномоченных Правительств Российской Федерации и Монголии, регулярно участники рабочих групп двух стран обмениваются информацией о качестве и использовании трансграничных водных ресурсов.

Межгосударственное сотрудничество по управлению и рациональному использованию трансграничных водных объектов, предотвращению трансграничного переноса загрязняющих веществ в озеро Байкал – неотъемлемая часть реализации стратегии государственной политики Российской Федерации в области охраны окружающей среды. Правительством РФ принят ряд нормативно-правовых документов, обеспечивающих экологическую безопасность водных ресурсов. Правительство Монголии также уделяет большое внимание охране бассейна р. Селенга. В Монголии созданы крупные водохранилища и ведется оценка проектов, осуществляемых монгольскими и иностранными компаниями в водной отрасли, идет регулирование стоков, улучшается контроль за качеством воды. Правительство Монголии реализует Водный кодекс, в Монголии действует Бассейновый совет по охране р. Селенга. Утверждены «Водная национальная программа», «Водное обновление-21» и новая концепция по улучшению использования поверхностных вод. Когда возникла угроза загрязнения р. Селенга останками павших животных, монгольская сторона сделала все возможное для предотвращения трансграничного загрязнения реки.

На протяжении последних лет в рамках межправительственного Соглашения 1995 г. заключаются и реализуются соглашения о взаимном сотрудничестве между гидрометслужбами, службами по чрезвычайным ситуациям, научными и образовательными учреждениями России и Монголии. Подписано соглашение о сотрудничестве между Министерством природных ресурсов Республики Бурятия и Министерством окружающей среды и туризма Монголии.

В настоящее время успешно реализуется российско-корейско-монгольский проект «Разработка интегрированной модели управления водными ресурсами бассейна реки Селенги». Работает совместный проект Глобального Экологического Фонда и Программа развития ООН Юнеско «Комплексное управление трансграничным водоразделом бассейна озера Байкал», цель которого поддержка Российской Федерации и Монголии при установлении устойчивого комплексного

управления водными ресурсами бассейна озера Байкал и снижения уровня его загрязнения; проведение трансграничного диагностического анализа, оказание помощи при разработке планов комплексного управления водными ресурсами, содействие укреплению механизма международного сотрудничества Российской Федерации и Монголии.

Качество трансграничных поверхностных вод на границе России с Монголией контролируется в 7 пунктах режимных наблюдений ГНС Росгидромета, находящихся на территории деятельности Забайкальского УГМС. Пункты расположены на 7 реках, 4 из которых относятся к бассейну оз. Байкал (р. Селенга, её приток 1-го порядка р. Чикой и его притоки рр. Менза и Киран), 2-к бассейну р.Амур (рр. Кыра и Онон), одна к бассейну бессточного озера Барун-Торей (р. Ульдза-Гол). Характеристика пунктов наблюдений приведена в таблице 35.

Таблица 35 - Пункты наблюдений Росгидромета, расположенные на границе с Монголией

Водный объект	Пункт	Створ	Расстояние вертикали, доли ширины реки от левого берега	Расположение горизонта, м от поверхности	Категория пункта	Расстояние от створа до границы, км	Расстояние от гидропоста, км
р. Селенга	п.Наушки	1,5 км ЗЮЗ пос. Наушки на уровне паромной переправы	0,5	0,2-0,5	3	0,1	в створе ГП
р.Киран	с.Киран	0,2 км выше села	0,5	0,2-0,5	4	3,0	17,5 км выше ГП
р.Чикой	с.Чикой	2 км к В от с.Чикой	0,1	0,2-0,5	3	3,0	в створе ГП
р.Менза	с.Укыр	0,4 км выше села	0,5	0,2-0,5	4	30,0	в створе ГП
р.Кыра	с. Кыра	2 км ниже села	0,5	0,2-0,5	4	30,0	в створе ГП
р. Онон	с.Верхний Ульхун	7 км на ЮВ от села	0,5	0,2-0,5	4	2,0	в створе ГП
р.Ульдза-Гол	с.Соловьевск	1,7 км выше села	0,3	0,2-0,5	4	1,6	в створе ГП

В таблице 36 приведены значения показателей загрязненности трансграничных поверхностных вод на границе с Монголией в 2010-2011 гг. Комплексная оценка качества воды трансграничных водных объектов в бассейне Селенги, Амура и бессточного озера Барун-Торей (р. Ульдза-Гол) показана в таблице 37.

Таблица 36 - Значения показателей загрязненности трансграничных поверхностных вод на границе с Монголией в 2010-2011 гг.

Бассейн: контролируемые объекты	Показатели	2010 г.					2011 г.				
		Число определений	Концентрация, мг/л (* -мкг/л)		Повторяемость пре- вышения ПДК, %		Число определений	Концентрация, мг/л (* -мкг/л)		Повторяемость пре- вышения ПДК, %	
			пределы	средняя	П ₁	П ₁₀		пределы	средняя	П ₁	П ₁₀
Бассейн Карского моря, бас- сейн р. Енисей: рр. Селен- га, Киран, Чикой, Менза	Кислород	41	5,65-12,4	8,86	0	0	41	5,65-12,5	9,01	0	0
	БПК ₅	41	0,61-3,38	1,47	24	0	38	0,68-3,44	1,42	24	0
	ХПК	40	5,50-53,9	19,8	60	0	41	4,00-74,2	21,3	59	0
	Сульфаты	39	2,90-90,5	15,8	0	0	39	3,60-86,0	18,3	0	0
	Хлориды	39	1,00-13,5	3,17	0	0	39	1,00-12,1	3,28	0	0
	Сумма ионов	39	38,6-836	188	0	0	39	40,4-795	190	0	0
	Аммонийный азот	39	0-0,25	0,02	0	0	39	0-0,12	0,02	0	0
	Нитратный азот	39	0-0,43	0,05	0	0	39	0-0,35	0,05	0	0
	Нитритный азот	39	0-0,019	0,002	0	0	39	0-0,015	0,002	0	0
Бассейн Охотского моря, бас- сейн р. Амур: рр. Кыра, Онон	Фосфаты	39	0-0,240	0,024	2,6	0	39	0-0,093	0,016	0	0
	Железо общее	39	0,01-2,44	0,28	59	5,1	39	0,01-1,63	0,27	62	5,1
	Медь	41	0,001-0,006	0,002	71	0	31	0-0,007	0,0024	77	0
	Цинк	41	0,002-0,041	0,010	32	0	31	0,002-0,065	0,010	35	0
	Никель*	27	0-16,0	1,45	7,4	0	15	0-2,0	0	0	0
	Свинец*	41	0-5,20	0,89	0	0	31	0-3,00	0,65	0	0
	Ртуть*	9	0	0	0	0	9	0	0	0	0
Бассейн бессточно- го оз. Ба- рун-Торей: р. Ульдза- Гол	Кадмий*	41	0-0,10	0,002	0	0	31	0-1,10	0,055	3,2	0
	Кобальт*	20	0	0	0	0	10	0	0	0	0
	Ванадий*	20	0-8,20	0,41	5,0	0	10	0-2,00	0,40	20	0
	Марганец	31	0,010-0,258	0,091	97	23	31	0,030-0,311	0,137	100	61
	Алюминий	7	0,004-0,068	0,034	43	0	7	0,011-0,111	0,067	71	0
	Хром 6+*	11	0-2,90	0,98	0	0	10	0-4,00	1,62	0	0
	Фенолы	41	0-0,004	0,001	56	0	41	0-0,004	0,001	37	0
	Нефтепродукты	41	0-0,79	0,08	44	4,9	41	0-0,39	0,07	41	0
	АСПАВ	39	0-0,06	0,011	0	0	39	0-0,06	0,014	0	0
	ДДТ*	19	0	0	0	0	23	0	0	0	0
	ГХЦГ*	19	0-0	0	0	0	23	0	0	0	0
	Фториды	18	0,06-1,02	0,43	28	0	20	0,12-1,55	0,61	40	0

Таблица 37 - Оценка качества воды трансграничных с Монголией рек за период 2001-2011 гг.

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>р. Селенга, 1,5 км к 3-ЮЗ пос. Наушки</i>											
УКИЗВ	2,91	2,51	2,35	2,83	2,55	2,82	2,82	3,11	3,22	3,17	3,24
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3А	3Б	3Б	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	Соединения железа	-	Соединения железа	Соединения меди	-	Соединения марганца
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	44,4	33,3	11,1	10,0	33,3	-	33,3	33,3	11,1	44,4	11,1
Фенолы	66,7	-	55,6	30,0	33,3	67,0	44,4	-	22,2	66,7	66,7
БПК ₅	-	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Аммонийный азот	-	-	-	-	14,3	-	-	-	-	-	-
Нитритный азот	-	-	-	12,5	-	-	-	14,3	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	33,3	44,4	66,7	66,7	44,4	66,7
Соединения меди	88,9	77,8	77,8	90,0	100	100	100	88,9	77,8	77,8	88,9
Соединения цинка	11,1	22,2	11,1	40,0	11,1	22,0	-	66,7	88,9	33,3	44,4
Соединения железа	100	87,5	57,1	100	71,4	86,0	100	100	71,4	100	85,7
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	100
Соединения ртути	22,2	55,6	11,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Соединения свинца	-	-	-	-	-	-	-	14,3	22,2	-	-
Соединения алюминия	-	-	-	-	-	-	66,7	-	-	-	-
Фториды							33,3				
<i>р. Киран, с. Киран</i>											
УКИЗВ	3,0	2,57	2,28	2,44	2,87	2,88	3,18	2,91	2,32	3,26	2,89
Класс качества	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3Б	3А	3А	3Б	3Б
КПЗ											Соединения марганца

Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР		50	-	-	25	-	25	-	-	50	-
Фенолы		25	25	50	50	50	-	-	-	25	25
Нитритный азот	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	50	75	50	100	50	75
Соединения меди	-	75	100	75	100	100	100	75	75	50	75
Соединения цинка	-	25	75	25	25	-	50	75	50	75	50
Соединения железа	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	100	100	-	100	100
<i>р. Менза, с. Укыр</i>											
УКИЗВ	3,25	3,27	2,64	3,00	3,35	3,67	2,45	3,46	3,39	3,12	3,31
Класс качества	3Б	3Б	3А	3А	3Б	3Б	3А	3Б	3Б	3Б	3Б
КПЗ											
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	-	100	66,7	100	100	60	40	60	100	100	60
Фенолы	-	66,7	-	33,3	40	40	40	60	40	60	20
БПК ₅	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Нитритный азот	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	80	60	40	80	80	40
Соединения меди	-	100	100	66,7	100	80	-	80	20	80	50
Соединения цинка	-	66,7	33,3	33,3	60	80	60	80	20	-	-
Соединения железа	-	100	100	66,7	60	-	-	-	20	20	40
Соединения марганца	-	-	-	-	-	40	-	100	100	80	100
<i>р. Кыра, 2 км ниже с. Кыра</i>											
УКИЗВ	2,63	4	2,57	2,98	2,65	3,19	1,59	2,7	2,49	3,61	3,04
Класс качества	3А	3Б	3А	3А	3А	3Б	2	3А	3А	3Б	3Б
КПЗ	-	-	-	-	-	-	-	-	Соединения марганца	-	Соед. марганца, цинка

Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	75	80	100	75	100	25	-	25	75	25	75
Фенолы	-	60	75	50	100	50	50	100	50	75	25
БПК ₅	25	40	-	25	-	25	25	25	25	50	-
Нитритный азот	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	50	50	50	50	75	100
Соединения меди	100	100	75	100	75	75	50	25	25	25	50
Соединения цинка	100	60	25	25	-	25	-	25	-	50	50
Соединения железа	100	100	100	50	100	50	-	-	-	25	-
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100
<i>р. Онон, 7 км выше с. Верхний Ульхун</i>											
УКИЗВ	2,8	3,64	3,48	2,96	2,99	2,92	2,44	2,59	2,45	3,29	3,25
Класс качества	3Б	3Б	3Б	3А	3А	3А	3А	3А	3А	3Б	3Б
КПЗ	Соединения железа	-	-	-	-	-	-	-	-	Соединения марганца	Соединения марганца
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	71,4	57,1	85,7	85,7	85,7	14,3	57,1	42,9	57,1	57,1	71,4
Фенолы	42,9	42,9	71,4	71,4	71,4	28,6	85,1	28,6	14,3	71,4	57,1
БПК ₅	-	42,9	42,9	42,9	-	-	-	-	14,3	-	14,3
Нитритный азот	-	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	42,9	57,1	42,9	28,6	85,7	28,6
Соединения меди	80	100	85,7	100	100	85,7	28,6	42,9	28,6	57,1	50
Соединения цинка	60	100	42,9	57,1	14,3	100	-	14,3	-	28,6	-
Соединения железа	71,4	100	100	71,4	100	14,3	28,6	-	28,6	14,3	28,6
Соединения марганца	-	-	-	-	-	42,9	14,3	85,7	100	100	100
<i>р. Ульда-Гол, с. Соловьевск 0,3 км выше устья р.Борохоной</i>											
УКИЗВ	-	4,04	3,27	3,80	3,74	3,19	2,55	3,94	4,29	3,92	3,73
Класс качества	-	4А	3Б	3Б	3Б	3Б	3А	3Б	4А	4А	4А

КПЗ	-	Соединения железа	Соединения железа	-	-	-	-	-	ХПК, соед. марганца	Соединения марганца	Соединения марганца
Число случаев превышения ПДК (в %)											
НФПР	-	100	75	100	100	-	25	50	50	50	100
Фенолы	-	50	50	25	75	50	100	25	25	75	50
БПК ₅	-	75	75	25	75	75	100	100	50	75	100
Нитритный азот	-	25	-	50	-	-	-	-	-	-	-
ХПК	-	-	-	-	-	75	100	100	100	100	100
Соединения меди	-	100	100	100	100	100	75	75	50	75	100
Соединения цинка	-	25	25	75	100	75	-	50	25	-	-
Соединения железа	-	100	100	100	75	25	-	25	50	50	50
Соединения марганца	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100

- **Река Селенга, пос. Наушки.** Качество воды р. Селенга, пос. Наушки характеризуется 3 классом с 2001 г. по 2005 г. и в 2007 г. разрядом «а» («загрязненная» вода). Начиная с 2006 г., а также в течение 2008-2011 гг. загрязненность воды р. Селенга у пос. Наушки увеличилась до разряда «б» 3 класса («очень загрязненная» вода), в эти годы критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, превышение ПДК которыми в течение 2001-2011 гг. изменялось в пределах 57-100 %. Характерными загрязняющими веществами, кроме соединений железа, являлись трудноокисляемые органические вещества, соединения меди, марганца, превышение ПДК которыми составляло соответственно 67 %, 89 %, 100 %.

В отдельные годы наблюдали превышение ПДК соединениями ртути (в 2001 г. – 22 %; 2002 г. – 56 %; 2003 г. – 11 %), алюминия (в 2007 г. – 33 %), свинца (в 2008 г. – 14 %; 2009 г. – 22 %).

- **Река Киран, с. Киран.** Уровень загрязненности воды р. Киран в разные годы изменялся в пределах разрядов «а» («загрязненная» вода) и «б» («очень загрязненная» вода) 3 класса качества. В 2011 г. были отмечены в воде высокие концентрации соединений марганца, характеризовавшиеся в этом году как критические показатели загрязненности. Число случаев превышения ПДК было высоким соединениями цинка – 50 %; трудноокисляемыми органическими веществами и соединениями меди – 75 %; соединениями железа и марганца – 100 %.

- **Река Менза, с. Укыр.** Качество воды реки в подавляющем большинстве лет оценивалось 3 классом, разряда «б» («очень загрязненная»). Река характеризуется большим рядом показателей, концентрация которых в воде превышала ПДК. Число случаев превышения ПДК в течение 2001-2011 гг. составляло: нефтепродуктов 40-100 %, фенолов 20-67 %, легкоокисляемых органических веществ 100%, трудноокисляемых органических веществ 40-80 %, соединений меди 20-100 %, цинка 20-80 %, железа 20-100 %, марганца 40-100 %.

- **Река Кыра, 2 км ниже с. Кыра.** В разные годы периода 2001-2011 гг. вода реки оценивалась диапазоном разрядов «а» и «б» 3 класса качества, как «загрязненная» и «очень загрязненная». Отмечались случаи, когда отдельные показатели достигали критического уровня загрязненности воды: соединения марганца в 2009 г. и 2011 г.; соединения марганца и цинка в 2011 г. Характерными загрязняющими веществами воды реки превышение ПДК которыми было высоким, являются: нефтепродукты (75 %); трудноокисляемые органические вещества и соединениями марганца (100 %), соединения меди и цинка (50 %).

- **Река Онон, 7 км выше с. Верхний Ульхун.** Качество воды реки характеризуется 3-м классом разрядов «а» и «б» («загрязненная» и «очень загрязненная» вода). В последние годы (2010-2011 гг.) появились критические загрязняющие вещества – соединения марганца, превышение ПДК которыми в 2009-2011 гг. достигало 100 %. Высокий уровень загрязненности воды реки отдельными веществами, число случаев превышения ПДК которыми составляло: нефтепродуктов –

73-86 %; фенолов – 43-71 %; трудноокисляемых органических веществ – 29-85 %; соединений меди и железа – 29-100 %; соединений цинка и марганца – 14-100 %.

- **Река Ульдза-Гол, с. Соловьевск, 0,3 км ниже устья р. Борохоной.** Ульдза-Гол наиболее загрязненная трансграничная с Монголией река. В течение 2003-2008 гг. вода реки характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Начиная с 2009 г. качество воды реки значительно ухудшилось до разряда «а» 4 класса («грязная» вода). Появились критические загрязняющие вещества: соединения железа (в 2002-2003 гг.); трудноокисляемые органические вещества и соединения марганца (в 2009 г.); соединения марганца (в 2009-2011 гг.).

Высок уровень превышения ПДК в воде реки нефтепродуктов, соединений цинка и железа, фенолов, легкоокисляемых органических веществ (25-100 %); трудноокисляемых органических веществ, соединений меди (75-100 %); соединений марганца (100 %). В 2002 и 2004 гг. наблюдали превышение ПДК нитритным азотом в 25 % и 50 % проб воды.

В 2011 г. из 28 показателей по 12 наблюдались превышения ПДК, число которых для разных рек колебалось от 5 в воде р. Чикой до 9 в воде р. Селенга.

В воде всех трансграничных рек наблюдались нарушения норм ПДК соединениями меди и трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК); соединениями железа (кроме р. Кыра); соединениями марганца и летучими фенолами (кроме р. Чикой, в которой соединения марганца не определяли); нефтепродуктами (кроме р. Киран); соединениями цинка (кроме рек Менза, Онон и Ульдза-Гол).

Обнаружены превышения ПДК в воде р. Селенга соединениями алюминия (в остальных пунктах не определялись) и фторидами; р. Киран - соединениями кадмия; р. Менза – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅); рр. Ульдза-Гол и Онон - соединениями ванадия.

Из перечисленных показателей к характерным загрязняющим веществам относились: в пункте на р. Селенга соединения марганца (100 % проб), железа, меди, алюминия, трудноокисляемые органические вещества, фториды, летучие фенолы; на р. Ульдза-Гол соединения марганца, меди, трудноокисляемые органические вещества, легкоокисляемые органические вещества, нефтепродукты (по 100 % проб); на р. Киран соединения марганца, железа (по 100 % проб), меди, трудноокисляемые органические вещества; на р. Менза соединения марганца, легкоокисляемые органические вещества (по 100 % проб), нефтепродукты; на р. Кыра соединения марганца, трудноокисляемые органические вещества (по 100 % проб), нефтепродукты; на р. Онон соединения марганца (100 % проб), летучие фенолы, нефтепродукты; на р. Чикой соединения железа (100 % проб), меди.

Чаще всего нарушения нормы составляли 1-10 ПДК; превышение 10 ПДК наблюдалось по соединениям железа в воде р.Селенга, соединениям марганца в воде рек Селенга, Киран, Менза, Кыра; превышение 30 ПДК - соединениям марганца в воде р. Онон.

По сравнению с 2010 г. в бассейне р. Селенга загрязненность воды трансграничных рек не изменилась и по-прежнему относилась р.Чикой к разряду "а" 3-го класса, рек Селенга, Киран и Менза к разряду "б" того же класса. Критические показатели загрязненности воды рек Селенга, Киран и Менза являлись соединения марганца.

В бассейне р. Амур загрязненность воды рек Кыра и Онон не изменилась, вода по-прежнему относилась к разряду «б» 3-го класса качества. Критическими показателями загрязненности воды р.Онон являлись соединения марганца, р.Кыра - соединения марганца и цинка.

Загрязненность воды р. Ульдза-Гол, относящейся к бассейну оз. Барун-Торей, не изменилась, вода по-прежнему относилась к разряду «а» 4-го класса, в качестве критических показателей загрязненности отмечены соединения марганца.

6 Оценка гидробиологического состояния р. Селенга на участке от г. Улан-Удэ до дельты по многолетним наблюдениям

Река Селенга дает до 50 % стока в озеро Байкал и оказывает непосредственное влияние на его воды. В связи с этим наблюдение за состоянием гидробионтов р. Селенга является важной задачей.

Рост и развитие гидробионтов в реке находятся в зависимости от сезонных, климатических изменений и от воздействия абиотических факторов на водную среду.

Бурятский ЦГМС проводит наблюдения за состоянием гидробионтов на протяжении более 30 лет в створах, расположенных на р. Селенга и на ее основных притоках: реках Чикой, Хилок, Оронгой, Уда. Оценка состояния гидробионтов проводилась по семи станциям, расположенным на участке реки от г. Улан-Удэ до с. Мурзино. Описание створов отбора приведено в таблице 38. Таблица 38 - Створы микробиологических и гидробиологических наблюдений на р. Селенга по периодам наблюдений

1981-1990 гг.	2005-2011 гг.
Створы	
2 км выше г. Улан-Удэ, 163 км от устья	2 км выше г. Улан-Удэ, 163 км от устья
г. Улан-Удэ, 0,5 км ниже сброса сточных вод городских очистных сооружений, 148,5 км от устья	г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 148,5 км от устья
Не отбирали	3,7 км ниже рзд. Мостовой, 127 км от устья
3 км выше Селенгинского целлюлозно-картонного комбината (СЦКК), 68 км от устья	23,5 км выше с. Кабанск, 68 км от устья
0,8 км ниже сброса Селенгинского целлюлозно-картонного комбината (СЦКК), 64 км от устья	19,7 км выше с. Кабанск, 64 км от устья
0,5 км ниже с. Кабанск, 43,5 км от устья, гидропост	0,5 км ниже с. Кабанск, 43,5 км от устья, гидропост
0,4 км ниже с. Мурзино, 25 км от устья, гидропост	0,4 км ниже с. Мурзино, 25 км от устья, гидропост

В 1989, 1990 гг. сотрудниками ГХИ совместно с Бурятским ЦГМС Забайкальского УГМС были выполнены микробиологическое и гидробиологическое обследование р. Селенги. В микробиологических пробах в воде определялась общая численность бактерий, численность гетеротрофов, фенол-, углеводородокисляющих бактерий, в донных отложениях дополнительно было определено количество сульфатредуцирующих бактерий. В 2012 г. сотрудником ГХИ были отобраны и обработаны 7 проб из поверхностного 0,1 м слоя водной толщи на определение общей численности микроорганизмов от г. Улан-Удэ до с. Мурзино. Обобщенные результаты микробиологических работ представлены в таблицах 39 и 40.

Таблица 39 - Численность микроорганизмов в водной толще в нижнем течении р. Селенга в 1989,1990 и 2012 гг. (кл/мл) по годам наблюдений

Станции отбора	1989 г.				1990 г.				2012 г.
	Общая численность млн. кл/мл	Гетеротрофы	Фенол окисляющие	Углеводородокисляющие	Общая численность млн. кл/мл	Гетеротрофы	Фенол окисляющие	Углеводородокисляющие	Общая численность млн. кл/мл
р. Селенга, 2 км выше г. Улан-Удэ	7,4	1137	340	10	3,0	40950	262	10 ⁵	3,3
р. Селенга, 1 км ниже г. Улан-Удэ	12,5	2203	388	10 ³	2,6	7650	202	10 ⁶	3,5
р. Селенга, рзд. Мостовой	9,6	1933	80	10 ³	1,5	8380	182	10 ⁵	2,8
р. Селенга, 23,5 км выше с. Кабанск	8,0	807	98	10 ²	4,4	3720	430	10	4,7
р. Селенга, 19,7 км выше с. Кабанск	11,5	954	147	10 ²	3,2	2170	128	10 ⁵	3,8
р. Селенга, 0,5 км ниже с. Кабанск	14,7	2343	136	10 ³	2,0	1120	410	10 ⁵	2,8
р. Селенга, с. Мурзино, 0,4 км ниже села	12,5	988	92	10 ⁴	2,6	2360	640	10 ⁴	2,9

Таблица 40 - Численность микроорганизмов в донных отложениях в нижнем течении р. Селенга в 1989,1990 гг. (тыс. кл/г) по годам наблюдений

Станции отбора	1989 г.				1990 г.			
	Сульфатредуцирующие, кл/г	Гетеротрофы	Фенол окисляющие	Углеводородокисляющие	Сульфатредуцирующие, кл/г	Гетеротрофы	Фенол окисляющие	Углеводородокисляющие
р. Селенга, 2 км выше г. Улан-Удэ	Сплошной рост	117,0	48,3	10 ⁴	160	745,0	152,0	10 ⁴
р. Селенга, 1 км ниже г. Улан-Удэ	470	215,3	47,5	10 ⁴	120	131,0	69,0	10 ⁴
р. Селенга, рзд. Мостовой	Спл. рост	220,7	13,3	10 ⁴	90	193,0	122,0	10 ⁴
р. Селенга, 23,5 км выше с. Кабанск	Сплошной рост	346,0	18,8	10 ⁴	100	144,0	93,0	10 ⁴
р. Селенга, 19,7 км выше п. Кабанск	40	311,7	10,5	10 ⁴	170	210,0	64,0	10 ⁵
р. Селенга, 0,5 км ниже с. Кабанск	210	278,0	15,6	10 ⁴	70	127,0	53,0	10 ⁵
р. Селенга, с. Мурзино, 0,4 км ниже села	20	197,3	6,8	10 ⁴	400	44,8	13,6	10 ⁵

Сотрудниками Бурятского ЦГМС в гидробиологических пробах определялись численность и биомасса фито-, зоопланктона и зообентоса, их видовой состав, виды индикаторы и сапробность. Обработка микробиологических и гидробиологических проб велась по общепринятым методикам. [39-41].

Общая численность микроорганизмов, которая дает представление о концентрации всех групп бактерий в контролируемом водном слое во время съемки, является результирующей количественной характеристикой размножения и выедания (вымирания) бактерий, в 1989 и 1990 гг. была различна, в 1989 г. изменялась от 7,4 до 14,7 млн. кл/мл, при среднем значении 10,9 млн. кл/мл, в 1990 г. численность изменялась от 1,5 до 4,4 млн. кл/мл, что в 2,9 раз ниже, чем в 1989 г. Максимальное развитие микроорганизмов наблюдалось в створе ниже с. Кабанск в 1989 г. и в створе 23,5 км выше с. Кабанск в 1990 г. Для получения дополнительной оценки распределения легкоокисляемой части органического вещества было проведено определение соотношения кокковых и палочковых форм бактерий. Известно, что развитие палочковых форм микроорганизмов происходит преимущественно в условиях относительно больших концентраций в воде легкоокисляемых органических веществ [42]. Процент палочковых форм бактерий в описываемые годы различался слабо, его среднее значение в 1989 г. было равно 54 %, а в 1990 г. 58 %, изменяясь в пределах от 43 % до 65 % и от 49 % до 67 % соответственно. В 2012г. среднее значение общей численности микрофлоры составляло 3,2 млн. кл/мл, (в 1,3 раз выше, чем в 1990 г.) изменяясь в пределах от 2,8 до 4,7 млн. кл/мл и достигая максимального значения в створе 23,5 км выше с. Кабанск. Соотношение кокковых и палочковых форм изменилось в сторону увеличения палочковых форм, что свидетельствует об увеличении поступления легкоокисляемого органического вещества в исследуемом районе. Этот показатель в пределах от 54 % до 73 %, при среднем значении в 64 %. Увеличение палочковых форм отмечалось в створах, расположенных ниже г. Улан-Удэ, с. Кабанск и с. Мурзино.

Численность гетеротрофных бактерий в 1990 г. в сравнении с 1989 г. увеличилось в 6,4 раза, ее максимальное значение 40950 кл/мл было отмечено в 1990 г. в створе выше г. Улан-Удэ. Среднее значение численности гетеротрофов составило в 1989 г. 1487 кл/мл, а в 1990 г. – 9479 кл/мл.

Численность фенолоксиляющих бактерий в 1990 г. увеличилась в сравнении с 1989 г. в 1,8 раза, а углеводородоксиляющих на порядок (см. таблицу 2).

Численность гетеротрофной микрофлоры в донных отложениях в 1989 г. изменялась от 117 до 346 тыс. кл/г, достигая максимальных значений в створах 23,5 км и 19,7 км выше с. Кабанск, в 1990 г. максимальные значения численности гетеротрофов 745 тыс. кл/г отмечались в створе выше г. Улан-Удэ, а минимальные 44,8 тыс. кл/г ниже с. Мурзино.

Численность фенолоксиляющих бактерий в 1990 г. увеличилась в сравнении с 1989 г. в 3,5 раза, а численность углеводородоксиляющих бактерий была одинакова 10 – 100 тыс. кл /мл. (см. таблицу 39). Численность сульфатредуцирующих бактерий в 1990 г. уменьшилась в 1,2 раза в сравнении с предыдущим годом.

По данным многолетних наблюдений (1981-1990 гг.) в фитопланктоне р.Селенга на исследуемом участке доминирующее положение занимали диатомовые водоросли, которые составляли 76-88 % от общего числа обнаруженных форм, субдоминантное положение занимали зеленые водоросли – 10-22 % от общей численности, синезеленые водоросли определялись редко. Для воды р. Селенга характерна значительная скорость течения, этим возможно обусловлено незначительное развитие синезеленых водорослей.

Число определяемых видов фитопланктона 1981-1990 гг. изменялось от 76 в 1981 г. до 215 в 1989 г. За исследованный период отмечен рост числа определяемых видов. Анализ данных показал, что наиболее часто во всех створах наблюдений доминирующее положение в общей численности фитопланктона занимают *Nitzschia acicularis* – 23,8 %, *Cyclotella* sp., - 19,4 %, *Diatoma vulgare* – 8,7%, *Stephanodiscus Astraea* – 3,8 %, *Nitzschia dissipata* – 2,7 %, *Synedra ulna* – 2,3 % b *Synedra acus* – 1,2 %.

Пространственно-временное распределение количественных показателей развития фитопланктона в 1981-1990 гг. представлено в таблице 41. Наибольшего значения колебание численности фитопланктона отмечалось в июне в створе 19,7 км ниже с. Кабанск 0,34-9,48 млн. кл/л и биомассы в этом же створе в мае, 30-6,27 мг/л. В сентябре в створе ниже г. Улан-Удэ так же отмечались высокие значения биомассы 0,18-6,30 мг/л.

Таблица 41 - Диапазон колебаний количественных показателей развития фитопланктона в пунктах наблюдений р. Селенга в 1981-1990 гг. (в числителе – общая численность, млн.кл/л; в знаменателе – биомасса, мг/л)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	Период наблюдений			
		май	июнь	июль	Август
		диапазон колебаний показателей			
2 км выше г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>0,64-3,56</u>	<u>0,15-6,27</u>	<u>0,17-3,04</u>	<u>0,27-2,18</u>
		0,37-2,07	0,12-1,35	0,23-1,66	0,12-4,60
1 км ниже г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>0,72-3,35</u>	<u>0,14-7,63</u>	<u>0,35-3,05</u>	<u>0,10-2,35</u>
		0,35-2,00	0,13-1,69	0,14-4,89	0,11-5,20
23,5 км выше с. Кабанск	1981-1990	<u>0,72-3,86</u>	<u>0,17-5,65</u>	<u>0,30-1,81</u>	<u>0,11-1,52</u>
		0,37-5,06	0,54-1,35	0,24-1,03	0,18-3,10
19,7 км ниже с. Кабанск	1981-1990	<u>0,84-4,00</u>	<u>0,34-9,48</u>	<u>0,23-2,28</u>	<u>0,12-1,87</u>
		0,30-6,27	0,61-2,55	0,13-2,74	0,17-5,14
0,5 км ниже с. Кабанск	1984-1990	<u>0,86-3,04</u>	<u>1,12-6,49</u>	<u>0,28-2,54</u>	<u>0,35-2,11</u>
		0,42-1,90	0,67-1,93	0,15-1,46	0,12-1,11

Во все периоды исследований во всех створах воды реки относились к III классу (умеренно-загрязненные, β-мезосапробная зона).

Наблюдения за состоянием фитопланктона в 2005-2011 гг. показали, что во все сезоны доминирующее положение, как и в период 1981-1990 гг., занимали диатомовые водоросли, которые составляли от 60 % до 92% от общего числа обнаруженных форм. Субдоминировали зеленые водо-

росли – от 4 % до 38 % от общей численности, синезеленые и золотистые отмечались в отдельные сезоны в единичных экземплярах.

Число определяемых видов фитопланктона на различных станциях изменялось от 33 в створе выше г. Улан-Удэ до 46 в створе 0,5 км ниже с. Кабанск. За 2005-2011 гг. отмечено уменьшение числа определяемых видов. Во всех створах наблюдений доминировали диатомовые: *Cyclotella* sp., от 9 % до 56%, *Fragilaria crotonensis* от 3 % до 39 %, *Nitzschia fonticola* от 3 % до 25 %, *Achnanthes minutissima* - от 5 % до 20 %, *Diatoma vulgare* от 4 % до 9%. Во всех отобранных пробах отмечалось так же развитие зеленых - *Closterium* sp., доля которых составляла от 3 % до 38 % от общей численности водорослей. Остальные виды водорослей встречались в единичных экземплярах, и их доля составляла от 3 % до 8 % от общей численности водорослей. Наиболее высокие значения численности фитопланктона отмечались июне в створе ниже г. Улан-Удэ от 0,640 до 1,198 млн.кл/л и в створе 19,7 км выше с. Кабанск от 0,667 до 1,161 млн. кл/л, а биомассы в мае в створе 0,5 км ниже с. Кабанск и июне в створе 19,7 км выше с. Кабанск (таблица 42).

Таблица 42 - Диапазон колебаний количественных показателей развития фитопланктона в пунктах наблюдений р. Селенга в 2005-2011 гг. (числитель - численность, млн. кл/л; знаменатель – биомасса, мг/л)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	Период наблюдений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
		диапазон колебаний показателей				
2 км выше г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>0,341-0,893</u> 0,11-0,46	<u>0,124-1,013</u> 0,06-0,54	<u>0,354-0,699</u> 0,15-0,34	<u>0,159-1,036</u> 0,02-0,67	<u>0,28-1,748</u> 0,06-0,30
1 км ниже г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>0,245-0,823</u> 0,07-0,50	<u>0,640-1,198</u> 0,27-0,67	<u>0,433-0,738</u> 0,17-0,31	<u>0,547-1,494</u> 0,11-1,06	<u>0,397-1,709</u> 0,21-0,54
рзд. Мостовой	2005-2011	<u>0,445-0,936</u> 0,09-0,56	<u>0,413-1,492</u> 0,17-1,09	<u>0,173-0,769</u> 0,09-0,47	<u>0,437-1,752</u> 0,18-1,15	<u>0,309-2,151</u> 0,16-0,61
23,5 км выше с. Кабанск	2005-2011	<u>0,440-0,731</u> 0,19-0,44	<u>0,667-1,161</u> 0,17-0,99	<u>0,421-0,888</u> 0,08-0,43	<u>0,446-0,761</u> 0,15-1,16	<u>0,579-1,868</u> 0,21-0,85
19,7 км ниже с. Кабанск	2005-2011	<u>0,271-0,729</u> 0,14-0,52	<u>0,550-1,238</u> 0,44-1,46	<u>0,116-0,894</u> 0,03-0,37	<u>0,199-0,857</u> 0,09-0,62	<u>0,275-1,714</u> 0,06-1,12
0,5 км ниже с. Кабанск	2005-2011	<u>0,329-0,965</u> 0,15-0,85	<u>0,467-1,423</u> 0,23-0,76	<u>0,259-0,849</u> 0,13-0,61	<u>0,250-1,098</u> 0,09-0,66	<u>0,491-1,607</u> 0,17-0,62

В 2005 г. в связи с высокой прогреваемостью воды (до 21,6 °С) и низкой водностью на фоне доминирования диатомовых водорослей повсеместно наблюдалось развитие зеленых водорослей из различных систематических групп: *Closterium*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, изредка отмечались представители сине- зеленых и золотистых водорослей.

По многолетним данным на исследованном участке р. Селенга пик развития численности и биомассы фитопланктона приходился на июнь, минимальное развитие фитопланктона наблюда-

лось в августе. В сравнении с периодом 1981-1990 гг. в 2005-2011 гг. произошло уменьшение максимальной численности и биомассы фитопланктона.

Определение класса вод р. Селенга по сапробности видов, показало, что во все периоды исследований, кроме мая 2006 и 2007 гг. и июня 2007 г. когда качество воды оценивалось как чистое и было отнесено ко II классу, воды реки относились к III классу (умеренно-загрязненные, β -мезосапробная зона).

Анализ многолетних наблюдений (1981-1990 гг. и 2005-2011 гг.) за состоянием зоопланктона показал, что в зоопланктоне р. Селенга постоянно отмечаются представители трех основных групп: Rotatoria (колловратки), Cladocera (ветвистоусые) и Cyclopoida (циклопиды). Полностью отсутствуют представители Diaptomidae (диаптомиды). В период 1989-1990 гг. число определяемых видов изменялось от 30 (1985 г.) до 61 (1981 г.). По числу определяемых видов доминирующее положение занимали колловратки от 52 до 81 %, на втором месте находились летние формы ветвистоусых 15-33 %. Почти всегда, во все периоды наблюдений отмечались ювенальные стадии (науплиусы – 11,7 %, копеподиты 5,1 %) и взрослые циклопиды 7,8 %. Постоянно отмечалось большое количество видов колловраток, среди них наиболее часто встречались *Euchlanus dilatata*, *Notholca acuminata*, *N.squamula*, *Rotaria rotatoria*, *Brachionus angularis*, *Br. liedigii*, *Br. calycifloris*, число видов Cladocera было заметно меньше, среди них доминировали *Alona rectangular*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, среди циклопов доминировали *Cyclops vicinus* и его ювенальные стадии. В 1989,1990 гг. увеличилась численность *Nothocla squamula* до 7% от общей численности зоопланктона, а доля *Trichotria curta*, *Rotaria rotatoria*, *Alona rectangular* и *Cyclops vicinus* уменьшилась.

Диапазон изменения количественных характеристик зоопланктона довольно неоднороден (таблица 43), в мае и июне колебание численности составило от 0,02 до 5,76 тыс. экз./м³, достигая своих максимальных величин в пунктах выше и ниже г. Улан-Удэ. Еще больше был диапазон колебаний биомассы, которая в районе г. Улан-Удэ и с. Кабанск достигала от 25,4 до 35,2 мг/м³. В августе и сентябре развитие зоопланктона довольно однообразно на всем исследованном участке реки. Анализ межгодовых количественных характеристик развития зоопланктона показал, что частота встречаемости высоких значений численности и биомассы зоопланктона довольно мала. Повышение численности характерно для 1989 г. за счет усиления развития колловраток, а биомассы для 1988-1990 гг. за счет развития крупных форм ветвистоусых и циклопов.

Средний индекс сапробности за 1991-1990 гг. изменялся от 1,30 до 2,50, в 1989 и 1990 гг. он был наименьшим, соответственно 1,69 и 1,62.

Таблица 43 - Диапазон колебаний количественных показателей развития зоопланктона в пунктах наблюдений р. Селенга в 1981-1990 гг. (в числителе—численность, тыс. экз./м³; в знаменателе – биомасса, мг/м³)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	Период наблюдений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
		диапазон колебаний показателей				
2 км выше г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>0,02-1,76</u> 0,16-3,67	<u>0,12-5,76</u> 0,43-25,38	<u>0,08-2,99</u> 1,26-24,68	<u>0,06-0,71</u> 0,49-4,95	<u>0,04-0,58</u> 0,39-7,27
1 км ниже г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>0,09-4,26</u> 0,24-5,42	<u>0,24-4,14</u> 0,33-16,16	<u>0,12-1,85</u> 1,50-35,21	<u>0,06-0,96</u> 0,05-4,92	<u>0,04-0,34</u> 0,03-3,53
23,5 км выше п. Кабанск	1981-1990	<u>0,15-2,16</u> 0,46-3,57	<u>0,09-2,06</u> 0,39-15,84	<u>0,17-0,88</u> 0,62-10,43	<u>0,03-1,03</u> 0,60-6,96	<u>0,04-0,35</u> 0,53-3,56
19,7 км ниже с. Кабанск	1981-1990	<u>0,06-2,28</u> 0,14-2,54	<u>0,10-2,88</u> 0,62-12,40	<u>0,04-1,39</u> 0,44-29,20	<u>0,08-0,59</u> 0,36-6,69	<u>0,01-2,15</u> 0,14-5,26
0,5 км ниже с. Кабанск	1984-1990	<u>0,11-1,66</u> 0,34-2,25	<u>0,11-2,51</u> 0,62-26,75	<u>0,19-1,90</u> 1,77-13,58	<u>0,09-1,22</u> 0,55-8,11	<u>0,05-1,23</u> 0,26-4,57

В период 2005-2011 гг. число определяемых видов изменялось в различных створах от 27 до 36. По числу определяемых видов доминирующее положение, как и прежде, занимали коловратки от 35 % до 75 %, на втором месте находились летние формы ветвистоусых 8 % до 66 %. Во все периоды наблюдений отмечались ювенальные стадии (науплиусы – 19 %, копеподиты 8 %) и взрослые циклопиды 9 % до 50 %. Во всех отобранных пробах было обнаружено большое количество видов коловраток. Наиболее часто встречались *Euchlanus dilatata* от 7 % до 100 % от общей численности зоопланктона, *Notholca acuminata* от 15 % до 73 %, *Brachionus urceus* 8 % до 50 %, число видов *Cladocera* было меньше, среди них доминировали *Bosmina longirostris* 14 % до 50 %, *Chydorus sphaericus* от 6 % до 20 %. В 2005-2011 гг. увеличилась численность *Alona rectangular* и *Macrothrix laticornis*, в отдельные сезоны процент их численности составлял 33 % и 50 % соответственно.

Диапазон изменения количественных характеристик зоопланктона в 2005-2011 гг. представлен в таблице 44. Наиболее высокие значения численности и биомассы зоопланктона наблюдались во все сезоны описываемого периода в створе 19,7 км ниже с. Кабанск и составили от 0,03 до 3,15 тыс. экз./м³ и от 0,21 до 49,9 тыс. экз./ м³ соответственно. В створе ниже г. Улан-Удэ в сентябре биомасса зоопланктона была так же высокой, изменяясь от 0,32 до 19,9 мг/м³.

Индекс сапробности за 2005-2011 гг. изменялся от 1,33 до 1,95.

По многолетним наблюдениям нижний участок р. Селенга от г. Улан-Удэ до с. Мурзино по показателю зоопланктона относится к слабо-загрязненным водам III класса (β- мезосапробная зона).

Таблица 44 - Диапазон колебаний количественных показателей развития зоопланктона в пунктах наблюдений р. Селенга в 2005-2011 гг. (в числителе—общая численность, тыс.экз./м³; в знаменателе—биомасса, мг/м³)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	Период наблюдений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
		диапазон колебаний показателей				
2 км выше г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>0,06-0,44</u>	<u>0,09-0,43</u>	<u>0,04-0,47</u>	<u>0,01-0,44</u>	<u>0,03-1,22</u>
		0,19-2,67	0,17-5,62	0,12-2,03	0,02-4,58	0,64-46,5
1 км ниже г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>0,09-1,22</u>	<u>0,06-0,68</u>	<u>0,03-0,29</u>	<u>0,02-2,34</u>	<u>0,05-0,85</u>
		0,34-1,75	0,34-5,89	0,66-4,00	0,01-14,6	0,32-19,9
рзд. Мостовой	2005-2011	<u>0,07-0,92</u>	<u>0,12-0,78</u>	<u>0,02-0,70</u>	<u>0,03-1,12</u>	<u>0,05-0,40</u>
		0,08-2,09	0,24-5,85	0,42-3,25	0,22-17,0	0,08-8,31
23,5 км выше с. Кабанск	2005-2011	<u>0,01-0,83</u>	<u>0,09-0,76</u>	<u>0,03-1,90</u>	<u>0,06-1,41</u>	<u>0,03-0,46</u>
		0,06-1,52	0,60-8,17	0,24-44,3	0,26-28,7	0,09-2,92
19,7 км ниже с. Кабанск	2005-2011	<u>0,03-1,30</u>	<u>0,22-1,73</u>	<u>0,07-2,15</u>	<u>0,06-3,15</u>	<u>0,03-1,87</u>
		0,21-2,45	0,52-8,69	1,21-49,9	0,75-1,82	0,43-39,7
0,5 км ниже с. Кабанск	2005-2011	<u>0,06-0,92</u>	<u>0,08-1,77</u>	<u>0,03-0,75</u>	<u>0,07-0,98</u>	<u>0,04-1,69</u>
		0,04-3,09	0,14-8,0	0,52-15,1	0,29-14,5	0,54-36,3

В составе зообентоса р. Селенга за период 1981-1990 гг. отмечались представители от 13 до 18 основных групп донных животных. Число определяемых видов изменялось от 35 до 75, среди них доминировали хирономиды (Chironomidae) – 36 % и поденки (Ephemeroptera) - 32 %. На илистых грунтах и заиленном песке в больших количествах встречались олигохеты (Oligochaeta) – около 20 %, веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera) встречались эпизодически, их процент от общего числа видов невелик. Наиболее часто встречались Oligochaeta, Baetidae, Paracladoperma camptolabis, Heptagenia sulturea, Rhithrogena sibirica, Polipedium sp., Orthocladius thinemanni, Similium sp., Isoperla sp., Patamantus luteus, Ametropus eatoni.

Пространственно-временное распределение количественных показателей развития бентофауны довольно неоднородно (таблица 45). Наименьшее значение численности (от 8 до 280 экз./м²) было отмечено на участке реки ниже г. Улан-Удэ и биомассы (0,08-0,35 г/м²) зообентоса в мае на участке реки ниже с.Кабанск. Наибольшего значения численность и биомасса зообентоса достигала в створе 19,7 км ниже с.Кабанск, 66–6832 экз./м² и 0,04–13,80 г/м² соответственно. Анализ межгодовых изменений количественных показателей зообентоса показал, что высокие значения численности и биомассы наблюдались эпизодически в отдельные сезоны 1981, 1982, 1984–1987 гг. В остальные сезоны эти показатели были достаточно стабильны и изменялись в пределах 8–900 экз./м² и 0,01–2,90 г/м².

По результатам наблюдений в 1981-1990 гг. состояние дна р. Селенга по зообентосу оценивается как слабозагрязненное III класса.

Таблица 45 - Диапазон колебаний количественных показателей развития зообентоса в пунктах наблюдений р. Селенга в 1981-1990гг. (в числителе—общая численность, экз./м²; в знаменателе—биомасса, г/м²)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	Период наблюдений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
диапазон колебаний показателей						
2 км выше г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>113-740</u> 0,14-5,56	<u>50-1540</u> 0,20-12,20	<u>90-760</u> 0,04-7,99	<u>8-1180</u> 0,02-2,47	<u>33-520</u> 0,01-0,99
0,5 км ниже г. Улан-Удэ	1981-1990	<u>32-1900</u> 0,02-4,51	<u>8-280</u> 0,01-1,99	<u>33-1080</u> 0,07-2,03	<u>8-368</u> 0,14-0,28	<u>17-320</u> 0,01-0,37
3 км выше с. Кабанск	1981-1990	<u>32-3456</u> 0,02-1,37	<u>8-2520</u> 0,03-10,29	<u>42-448</u> 0,18-1,23	<u>83-1160</u> 0,05-2,34	<u>66-1020</u> 0,07-2,82
0,8 км ниже с. Кабанск	1981-1990	<u>58-3448</u> 0,01-1,44	<u>66-6832</u> 0,04-13,80	<u>8-1050</u> 0,01-4,58	<u>32-2350</u> 0,02-1,89	<u>58-1080</u> 0,06-1,32
0,5 км ниже с. Кабанск	1984-1990	<u>50-539</u> 0,08-0,35	<u>8-655</u> 0,01-0,51	<u>116-1180</u> 0,09-3,53	<u>66-580</u> 0,12-1,26	<u>25-739</u> 0,01-1,21

В составе зообентоса р.Селенга за период 2005-2011 гг. так же как в 1981-1990 гг. отмечались представители от 13 до 18 основных групп донных животных. Число определяемых видов снизилось и изменялось в разных створах от 35 до 38 видов. Наиболее часто встречались *Oligochaeta* от 8 % до 90 % от общей численности зообентоса, *Baetis* sp. от 8 % до 71 %, *Paracladoperma camptolabis* от 5 % до 44 %, *Heptagenia flava* от 9 % до 55 %.

В 2005 г. в створе выше г. Улан-Удэ во все сезоны отмечались веснянки родов *Isoperla*, *Paragnetina*, *Nauploperla*, в то же время в створах ниже г. Улан-Удэ они отсутствовали. В 2008 г. в створе рзд. Мостовой были отмечены отдельные представители веснянок рода *Isoperla*. В 2010 г. в створе ниже г. Улан-Удэ впервые был обнаружен озерно-прудовый моллюск *Ascoloxus* не характерный для реки.

Пространственно-временное распределение количественных показателей развития бентофауны представлено в таблице 46. Наибольшее значение численности зообентоса было отмечено в сентябре в створе выше г. Улан-Удэ (34–4175 экз./м²), а наименьшее значение численности (13-199 экз./м²) было отмечено на участке реки 19,7 км выше с. Кабанск, здесь же в сентябре отмечалось наибольшее значение биомассы (0,02 –11,5г/м²). Наиболее низкие значения биомассы от 0,06 до 1,73 г/м² наблюдались в створе ниже с. Мурзино.

За исследованный период 2005-2011 гг. в количественных характеристиках показателей зообентоса прослеживается уменьшение значений численности и биомассы зообентоса от створов, расположенных выше г. Улан-Удэ к устью, что связано с антропогенным воздействием на этот участок реки. По результатам многолетних наблюдений состояние дна р. Селенга по зообентосу оценивается как слабозагрязненное III класса.

Таблица 46 - Диапазон колебаний количественных показателей развития зообентоса в пунктах наблюдений р. Селенга в 2005-2011 гг. (в числителе—общая численность, экз./м²; в знаменателе—биомасса, г/м²)

Пункты наблюдений	Годы наблюдений	май				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
		диапазон колебаний показателей				
2 км выше г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>83-329</u> 0,11-2,73	<u>83-349</u> 0,19-5,55	<u>80-342</u> 0,12-8,91	<u>47-315</u> 0,05-9,99	<u>34-4175</u> 0,10-4,31
0,5 км ниже г. Улан-Удэ	2005-2011	<u>58-375</u> 0,08-0,63	<u>91-2345</u> 0,09-1,13	<u>80-275</u> 0,11-1,28	<u>20-405</u> 0,1-1,80	<u>34-609</u> 0,27-1,24
Рзд. Мостовой	2005-2011	<u>58-235</u> 0,10-5,78	<u>107-288</u> 0,12-1,56	<u>58-429</u> 0,17-3,18	<u>141-1407</u> 0,39-4,65	<u>33-683</u> 0,10-7,12
23,5 км выше с.Кабанск	2005-2011	<u>34-272</u> 0,05-1,59	<u>34-308</u> 0,07-0,99	<u>74-369</u> 0,10-119,0	<u>54-221</u> 0,14-1,05	<u>74-631</u> 0,07-85,2
19,7 км выше с. Кабанск	2005-2011	<u>13-199</u> 0,11-1,91	<u>87-563</u> 0,18-0,56	<u>67-324</u> 0,13-2,39	<u>60-429</u> 0,06-2,42	<u>60-1628</u> 0,02-11,5
0,5 км ниже с. Кабанск	2005-2011	<u>67-357</u> 0,06-0,99	<u>67-918</u> 0,09-1,73	<u>47-208</u> 0,06-0,91	<u>47-304</u> 0,06-0,51	<u>25-1320</u> 0,09-3,87

Гидробиологические наблюдения, проводимые ФГБУ «Бурятский ЦГМС» в водах р. Селенга указывают на необходимость дальнейшего проведения и развития мониторинга для комплексной оценки качества воды реки.

Оценка состояния вод реки Селенга по показателю сапробности не показывает различий в качестве вод на контролируемом 160 км участке реки по всем шести створам, т.е. влияние реальных источников загрязнения (г. Улан-Удэ, с. Кабанск). Вместе с тем, сравнение данных по показателям численности, биомассы, видового разнообразия фито-, зоопланктона и зообентоса двух периодов 1981-1991 и 2005-2011 гг. свидетельствует, о том, что различие этих показателей во времени есть. Наблюдаемое снижение числа видов в 2005-2011 гг. в сравнении с 1981-1990 гг. требует подробного изучения в части замены менее устойчивых к загрязнению видов на виды с высокой устойчивостью к загрязнению.

Результаты трех микробиологических съемок, проведенных в нижнем течении р. Селенга в 1989, 1990 и 2012 гг. специалистами ФГБУ «ГХИ» выявили увеличение общей численности бактерий в 2012г. в 1,3 раза и возрастания процента палочковых форм микроорганизмов. Это свидетельствует об увеличении поступления в реку легкоокисляемой органики с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

В составе зообентоса прослеживается в отдельные периоды (2005-2011 гг.) уменьшение значений численности и биомассы от створов, расположенных выше г.Улан-Удэ к устью, что вероятно, связано с повышением антропогенного загрязнения в нижнем течении р.Селенга за счет влияния города, а также нижерасположенных притоков.

В связи с этим ФГБУ «Бурятский ЦГМС» следует продолжить наблюдения за состоянием гидробионтов в воде и донных отложениях реки в том же объеме. Кроме этого, необходимо дополнить систему гидробиологических наблюдений на р.Селенга определением микробиологических показателей (общей численности, биомассы микроорганизмов, фенол-, углеводородокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий), как наиболее отзывчивых на антропогенное загрязнение. Это позволит более детально охарактеризовать степень загрязнения реки.

Для получения пространственно-временной характеристики и динамики изменения гидробиологического состояния воды на протяжении всей длины реки Селенга целесообразно рассмотреть вопрос о возможности организации специалистами Монголии аналогичных гидробиологических наблюдений (численности, биомассы и видового состава фито-, зоопланктона, зообентоса) и микробиологических характеристик (общей численности, биомассы микроорганизмов, фенол-, углеводородокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий) на участке реки, расположенном в МНР, в период с мая по сентябрь.

7 Разработка единых (с МНР) подходов к обеспечению системы контроля качества аналитических измерений

Для обеспечения качества и достоверности гидрохимических (аналитических) измерений в лабораториях мониторинга загрязнения воды России и Монголии подходы в создании и реализации систем контроля качества должны быть аналогичными.

7.1 Система контроля качества аналитических измерений

7.1.1 В лабораториях Государственной системы наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши Росгидромета внедрение отдельных элементов системы контроля качества начато в 80-х годах в виде оперативного (предупредительного) контроля воспроизводимости и правильности измерений [43]. В дальнейшем этот документ был усовершенствован в соответствии с новыми метрологическими требованиями Госстандарта [44]. Основой для последующей разработки систем по обеспечению качества получаемой гидрохимической информации в России является документ по межгосударственной стандартизации [45]. В этом документе изложены различные алгоритмы контроля **процедуры анализа** (5 видов оперативного контроля, 3 вида контроля стабильности результатов анализа: с использованием контрольных карт Шухарта, в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием результатов оперативного контроля процедуры анализа, в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и погрешности результатов анализа).

7.1.2 В документе, разработанном ГХИ по внутреннему контролю качества [46], был сделан упор и на другие, не менее важные составляющие системы контроля качества, например контроль

качества пробоотбора, качества дистиллированной воды, критерии и виды контроля при выдаче гидрохимической информации, способы установления градуировочных характеристик.

Суть контроля качества пробоотбора заключается в проведении анализа холостых полевых проб. Холостые полевые пробы дают возможность оценить:

- чистоту посуды для отбора и хранения проб;
- чистоту фильтров и фильтрующих устройств;
- чистоту пробоотборника;
- чистоту химических консервирующих веществ и т.д.

Основные виды оперативного контроля процедуры анализа, используемые лабораториями Росгидромета, следующие:

- с использованием образцов для контроля,
- методом добавок в пробу,
- методом добавок совместно с методом разбавлением пробы,
- методом разбавления пробы.

Контроль стабильности результатов измерений за определённый период времени (3, 6 или 12 месяцев в зависимости от количества выполняемых анализов) лаборатории Росгидромета выполняют в основном в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием результатов оперативного контроля процедуры анализа [46]. Некоторые лаборатории выполняют контроль стабильности результатов анализа с использованием контрольных карт Шухарта [46, 47].

Таким образом осуществляется контроль погрешности и прецизионности (воспроизводимости и повторяемости) методик используемых для анализа вод. В качестве норматива контроля используют **нормированную в методике погрешность измерений** и её составляющих. Лаборатории могут рассчитывать свои лабораторные погрешности анализов в соответствии с [48], но они не должны быть больше погрешности, установленной в методике.

Выводы о качестве результатов анализов, выполняемых в лабораториях, делают на основе выводов о качестве результатов оперативного контроля. Достоверность выводов о качестве результатов анализа зависит от реализуемой формы контроля стабильности результатов анализа, используемого числа контрольных процедур и частоты их проведения.

7.1.3 В настоящее время **система гарантий и контроля качества информации** включает:

- правильный выбор приоритетных показателей состава вод, подлежащих определению;
- отбор представительной пробы воды;
- соблюдение условий выполнения пробоподготовки и анализа, регламентированных МВИ, оформленными по [49], или другими нормативными документами;
- использование **аттестованных** согласно [50] МВИ показателей состава вод;

- **внутренний контроль качества измерений**, включающий оперативный контроль процедуры анализа и контроль стабильности результатов анализа (оценка всей совокупности результатов анализа в течение контролируемого периода).

- внутрилабораторный контроль сбора, обработки и представления гидрохимической информации;

- участие в межлабораторных сравнительных испытаниях МВИ (внешний контроль качества измерений).

Вместе с элементом «управление документацией», который излагается в Руководствах по качеству лабораторий в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17025 [51], мы имеем систему менеджмента (управления) качеством, аналогичную международной.

7.1.4 О выполнении внутреннего контроля качества измерений сетевые лаборатории ежегодно отчитываются в ГХИ Росгидромета, который является базовой организацией по этому направлению работ, хотя в достоверных результатах анализа и правильном проведении внутрилабораторного контроля качества должна быть прежде всего заинтересована лаборатория.

Контроль качества требует дополнительных финансовых затрат, но это обоснованно, так как речь идёт о повышении доверия к гидрохимической информации и снижает риск неоправданных действий по результатам мониторинга.

Очень важно внедрить в сознание не только рядового аналитика, но прежде всего руководителей лабораторий, что вопросами качества следует заниматься постоянно и всерьёз и не воспринимать их как обременительную нагрузку. С этой целью ГХИ регулярно, 1 раз в 2 года проводит обучающие семинары для работников сетевых лабораторий Росгидромета и других ведомств, на которых много внимания уделяется вопросам обеспечения и контроля качества гидрохимической информации. ГХИ может при необходимости провести обучение специалистов МНР по этим вопросам на семинаре в 2014 году, либо индивидуальное обучение в 2013 году по согласованной с МНР программе.

8 Программа межлабораторных сравнительных испытаний (интеркалибрации) методов анализа загрязняющих веществ для России и МНР

В ГХИ до настоящего времени нет информации о системе контроля качества, принятой в лабораториях Монголии, поэтому мы предлагаем достоверность и сопоставимость информации о составе проб воды, получаемой в трансграничных створах лабораториями России и Монголии обеспечивать проведением периодических межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) методик измерений в соответствии с требованиями изложенными в [52-54]. Эту работу можно выполнить следующим образом:

- организацией совместного отбора проб воды и анализа их методами, используемыми каждой из сторон, с последующим сравнением полученных результатов с учётом погрешности измерений;

- проведением специального эксперимента - рассылкой контрольных образцов, приготовленных в России или Монголии, для выполнения их анализа. ГХИ имеет опыт приготовления контрольных образцов для проведения внешнего контроля качества измерений, выполняемых сетевыми лабораториями Росгидромета.

Для МСИ в программу могут быть включены следующие показатели, превышение ПДК которых часто наблюдается и установлено при оценке качества вод трансграничных с Монголией рек: тяжёлые металлы (медь, цинк, свинец, марганец, ртуть), ХПК.

Методики для интеркалибрации будут выбраны при согласовании с монгольской стороной после получения от них информации о диапазонах определяемых концентраций и погрешностях измерений.

Рекомендуемые формы программы МСИ и протокола КХА приведены в Приложениях А и Б. Координатором программ может быть одна из сторон.

9 Перечень методик физико-химического анализа и технических средств, рекомендуемых для использования в стационарных и передвижных лабораториях в системе мониторинга бассейна р. Селенга монгольской и российской сторонами

Для получения достоверной информации о составе природных вод и содержании в них загрязняющих веществ необходимо выполнение многих условий. Одним из важнейших условий является выбор методики анализа наиболее адекватной составу анализируемой пробы, то есть методики, позволяющей с достаточной степенью надёжности идентифицировать качественный состав присутствующих веществ и определять их количественное содержание на уровне реально существующих концентраций в воде трансграничных водных объектов, т.е. методики должны быть селективны и достаточно чувствительны. Кроме этого, все методики должны быть метрологически аттестованы в установленном порядке; приписанные им характеристики погрешности не должны превышать принятых в странах норм погрешности.

ГХИ много лет занимается разработкой, метрологической аттестацией и внедрением методик анализа поверхностных вод в лабораториях ГСН, осуществляет авторский надзор за внедренными методиками, что позволяет разработчикам постоянно совершенствовать используемую методическую базу. В настоящее время институтом разработано и аттестовано более 100 методик для определения 150 показателей состава воды [54. 55]. Многие из этих методик аттестованы по результатам обширного межлабораторного эксперимента. Опыт разработки и практического приме-

нения методик дает ГХИ основание считать, что для мониторинга трансграничных водных объектов в качестве основы целесообразно использовать РД 52.24....

При определении металлов на данном этапе целесообразно определять растворенные формы металлов, в перспективе в программу могут быть включены и определения валового содержания (или взвешенных форм).

В таблице 47 приведен перечень нормативно-методических документов, используемых Российской стороной для определения основных показателей, характеризующих состав воды в трансграничных водных объектах и степень их загрязнения и рекомендуемые альтернативные методики определения ряда показателей, позволяющие повысить качество анализа или снизить его трудоемкость.

Таблица 47 - Перечень методик, используемых Российской стороной для анализа проб воды в трансграничных водных объектах и рекомендуемые альтернативные методики

Определяемый показатель, единица измерения	Шифр используемой в настоящее время методики, метод измерения	Диапазон измерения (X)	Погрешность измерения	Рекомендуемая альтернативная методика (принцип метода, минимально определяемая концентрация)
Температура, °С	РД 52.24.496-2005 Термометрия	От 0 до 50	0,1	-
Удельная электрическая проводимость, мСм/см	РД 52.24.495-2005 Электрометрия	От 0,005 до 0,20 включ. Св. 0,20 до 10,0 включ	0,10·X 0,05·X	-
Водородный показатель, ед.рН	РД 52.24.495-2005 Электрометрия	От 4 до 10 включ.	0,1	-
Взвешенные вещества, мг/дм ³	РД 52.24.468-2005 Гравиметрия	От 5 до 50 включ. Св. 50	4 7	-
Цветность, градус цв.	РД 52.24.497-2005 Фотометрия	От 5 до 20 включ. Св.20 до 500 включ.	2 3+0,03 ·X	-
Прозрачность, см	РД 52.24.496-2005 Визуальный (по шрифту)	Более 1	0,10 ·X	-
Растворённый кислород, мг/дм ³	РД 52.24.419-2005 Иодометрия	От 1,0 до 3,0 включ. Св.3,0 до 15,0 включ	0,10 X 0,032 X	-
Диоксид углерода, мг/дм ³	РД 52.24.515-2005 Титриметрия	От 1,0 до 12,0 включ. Св. 12,0 до 30,0 включ.	0,8 1,3	-
Хлориды, мг/дм ³	РД 52.24.402-2011 Меркуриметрия	От 1,0 до 50,0 включ.	0,2+0,064 X	ФР.1.31.2005.01724 (Ионная хроматография, 0,1 мг/дм ³)
Сульфаты, мг/дм ³	РД 52.24.405-2005 Турбидиметрия	От 2,0 до 5,0 включ. Св. 5,0 до 40 включ.	0,8 0,1+0,12 X	ФР.1.31.2005.01724 (Ионная хроматография, 0,2 мг/дм ³)
	РД 52.24.401-2006 Титриметрия	От 30 до 300 включ.	4+0,074 X	
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	РД 52.24.493-2006 Потенциометрическое титрование	От 10 до 500 включ.	2,3+0,005 X	-
Кальций, мг/дм ³	РД 52.24.403-2007 Титриметрия	От 1,0 до 200 включ.	0,2+0,063 X	ФР.1.31.2005.01738 (Ионная хроматография, 1 мг/дм ³)

Определяемый показатель, единица измерения	Шифр используемой в настоящее время методики, метод измерения	Диапазон измерения (X)	Погрешность измерения	Рекомендуемая альтернативная методика (принцип метода, минимально определяемая концентрация)
Магний, мг/дм ³	РД 52.24.395-2007 Расчет	От 1	-	ФР.1.31.2005.01738 (Ионная хроматография, 1 мг/дм ³)
Натрий, мг/дм ³	Не определяется	-	-	РД 52.24.365-2008 Ионометрия
				ФР.1.31.2005.01738 (Ионная хроматография, 0,1 мг/дм ³)
Жесткость (Са+Mg), ммоль/дм ³ (° Ж)	РД 52.24.395-2007 Титриметрия	От 0,06 до 2,00 включ. Св. 2,00 до 13,0 включ.	0,04+0,040 X -0,05+0,073 X	-
Сумма ионов натрия и калия	РД 52.24.514-2002 Расчет	-	-	-
Азот аммонийный, мг/дм ³	РД 52.24.383-2005 Фотометрия	От 0,020 до 0,050 включ. Св. 0,050 до 0,50 включ. Св. 0,5 до 1,00 включ.	0,010	-
			0,22 X	
			0,11	
Азот нитратный, мг/дм ³	РД 52.24.380 – 2006 Фотометрия	От 0,010 до 0,080 включ. Св. 0,080 до 0,300 включ.	0,004+0,24·X	РД 52.24.523 – 2009 (Фотометрия, 0,005 мг/дм ³)
			0,006+0,24·X	ФР.1.31.2005.01724 (Ионная хроматография, 0,1 мг/дм ³)
Азот нитритный, мг/дм ³	РД 52.24.381- 2006 Фотометрия	От 0,010 до 0,250 включ	0,004+0,13·X	РД 52.24.518-2008 Фотометрия
Фосфаты (в пересчете на фосфор), мг/дм ³	РД 52.24.382-2005 Фотометрия	От 0,010 до 0,200 включ.	0,002+0,092·X	-
Полифосфаты	РД 52.24.382-2005 Расчет	-	-	-
Фосфор минеральный, мг/дм ³	РД 52.24.382-2005 Фотометрия	От 0,010 до 0,125 включ. Св. 0,125 до 0,200 включ.	0,002+0,19·X 0,030	-
Фосфор общий, мг/дм ³	РД 52.24.387-2006 Фотометрия	От 0,020 до 0,400 вкл.	0,004+0,063·X	-
Фосфор органический	РД 52.24.387-2006 Расчет	-	-	-
Железо общее растворенное, мг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА ¹	От 10 до 200 вкл.	2 + 0,19·X	-
	РД 52.24.358-2006 Фотометрия	От 0,020 до 0,050 включ. Св. 0,050 до 1,00 включ. Св. 1,00 до 4,00 включ	0,008 0,003+0,12·X 0,13+0,016·X	-
Кремний, мг/дм ³	РД 52.24.432-2005 Фотометрия	От 0,10 до 2,00 включ	0,05+ 0,045·X	-

Определяемый показатель, единица измерения	Шифр используемой в настоящее время методики, метод измерения	Диапазон измерения (X)	Погрешность измерения	Рекомендуемая альтернативная методика (принцип метода, минимально определяемая концентрация)
	РД 52.24.433-2005 Фотометрия	От 0 5,0 до 15,00 включ.	0,08+0,085·X	-
ХПК, мг/дм ³	РД 52.24.421-2007 Титриметрия	От 4,0 до 80,0 включ.	1,3+0,06·X	-
БПК ₅ , мг/дм ³	РД 52.24.420-2006 Скляночный	От 1,0 до 11,0 включ.	0,3+0,06·X	-
	РД 52.24.454-2006 ИК-фотометрия с использованием ТСХ ²	От 0,05 до 0,20 включ. Св. 0,60	0,03 0,17·X	РД 52.24.476-2007 ИК-фотометрия с использованием КХ ² 0,04 мг/дм ³
Фенолы летучие, мкг/дм ³	РД 52.24.488-2006 Фотометрия	От 2,0 до 24,0 включ. Св. 24,0 до 30,0 включ.	0,6+0,15·X 2,3	РД 52.24.487-2011 Газовая хроматография, 0,5 мкг/дм ³
АСПАВ, мг/дм ³	РД 52.24.368-2006 Фотометрия	От 0,010 до 0,050 включ. Св.0,050 до 0,400 включ.	0,007 0,14·X	-
альфа-ГХЦГ, мкг/дм ³	РД 52.24.412-2009 Газовая хроматография	От 0,0020 до 0,0500 включ	0,0008+0,17·X	-
гамма-ГХЦГ, мкг/дм ³		От 0,0020 до 0,0500 вкл	0,0008+0,18·X	-
4,4'-ДДЕ, мкг/дм ³		От 0,005 до 0,150 включ.	0,002+0,093·X	-
4,4'-ДДТ, мкг/дм ³		От 0,02 до 0,500 включ.	0,01+0,096·X	-
ТХАН (ТЦА), мг/дм ³	РД 52.24.413-2011 Газовая хроматография	От 0,02 до 1,00	0,005+0,26·X	-
Хром (VI), мкг/дм ³	РД 52.24.446-2008 Фотометрия (экстракционный вариант)	От 1,0 до 20 включ. св.20 до 90 включ.	0,1 +0,10X 1,2+ 0,063X	-
Хром общий, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 1,0 до 30,0 включ.	0,4+0,22·X	-
Цинк, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	от 2,0 до 20,0	1+0,17·X	-
	МУ 08-47/163 Инверсионная вольтамперометрия	От 0,5 до 5,0 включ. Св.5,0 до 100 включ. Св. 100 до 10000 включ.	30% 25% 20%	РД 52.24.377-2008 ААС –ЭТА (2 мкг/дм ³)
Марганец, мкг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.188-02 Фотометрия	От 10 до 50 включ. Св.50 до 200 включ. Св.200 до 2500 включ.	50% 25% 20%	РД 52.24.467-2007 (Фотометрия, 10 мкг/дм ³); РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА (1 мкг/дм ³)
Никель, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 5,0 до 60,0	2+0,12·X	-
	ПНД Ф 14.1:2:4.202-03 Фотометрия	От 10 до 4000 включ.	25%	РД 52.24.377-2008 ААС –ЭТА (5 мкг/дм ³)

Определяемый показатель, единица измерения	Шифр используемой в настоящее время методики, метод измерения	Диапазон измерения (X)	Погрешность измерения	Рекомендуемая альтернативная методика (принцип метода, минимально определяемая концентрация)
	ААС-ЭТА	включ.		-
	МУ 08-47/163 Инверсионная вольтамперометрия	От 0,2 до 1,0 включ. Св. 1,0 до 5,0 включ. Св. 5,0 до 1000 включ.	30% 25% 20%	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА (0,1 мкг/дм ³)
Свинец, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС	От 2,0 до 30,0	1+0,12·X	-
	МУ 08-47/163 Инверсионная вольтамперометрия	От 0,2 до 1,0 включ. Св. 1,0 до 5,0 включ. Св. 5,0 до 1000 включ.	30% 25% 20%	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА (2 мкг/дм ³)
Алюминий, мкг/дм ³	ПНД Ф 14.1.2:4.181-02 Флуориметрия	От 10 до 50 включ. Св. 50 до 200 включ. Св. 200 до 500 включ.	50 % 30 % 20 %	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА (6 мкг/дм ³)
	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 6,0 до 60,0 включ.	0,6+ 0,17·X	-
Медь, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 1,0 до 30,0 включ	0,2+0,19·X	-
	МУ 08-47/163 Инверсионная вольтамперометрия	От 0,5 до 5,0 включ. Св. 5,0 до 100 включ. Св. 100 до 10000 включ.	30% 25% 20%	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА (1 мкг/дм ³)
Ртуть, мкг/дм ³	МУ 08-47/162 Инверсионная вольтамперометрия	От 0,04 до 0,10 включ. Св. 0,10 до 2,0 включ.	40% 30%	РД 52.24.479 -2008 ААС в холодном паре с концентрированием, 0,01 мкг/дм ³
Кобальт, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 2,0 до 40,0 включ.	1,0+0,14 X	-
Ванадий, мкг/дм ³	РД 52.24.377-2008 ААС-ЭТА	От 2,0 до 100 включ.	0,7+0,17 X	-
Фториды, мг/дм ³	РД 52.24.360-2008 Ионометрия	От 0,19 до 19,0 включ. Св. 19,0 до 190 включ.	0,02+0,20· X 0,7+0,17· X	ФР.1.31.2005.01724 Ионная хроматография, 0,1 мг/дм ³
Сероводород и сульфиды, мкг/дм ³	РД 52.24.450-2010 Фотометрия: с экстракцией без экстракции	От 2 до 80 включ. От 50 до 4000 включ.	1+0,084X 12+0,048 X	-
Жиры, мг/дм ³	РД 52.24.504-2010 ИК -фотометрия	От 0,10 до 0,60 включ.	0,05+0,38·X	
Примечание - ААС-ЭТА – атомно-абсорбционная спектрофотометрия с электротермической атомизацией; ТСХ, КХ – тонкослойная хроматография, колоночная хроматография				

Было проведено сравнение методик анализа проб воды, используемых в настоящее время в мониторинге трансграничных водных объектов Российской и Монгольской сторонами. Результаты сравнительного анализа с заключением о сопоставимости методик приведены в таблице 48. В целом, информация, предоставленная монгольской стороной недостаточна для оценки сопоставимости всех используемых методик.

Таблица 48 – Сравнение методик анализа проб воды, используемых Российской и Монгольской стороной

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
Температура	РД 52.24.496-2005, Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений	0 °С		0 °С	Сопоставимы
Удельная электрическая проводимость	РД 52.24.495-2005, Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом	0,005 мСм/см	MNS ISO 4889:99 Методика выполнения измерений кондуктометрическим методом	Нет данных	
Водородный показатель	РД 52.24.495-2005 Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом.	4 ед. рН	MNS ISO 10523:2001 Методика выполнения измерений Электрометрическим методом	3-10	
Взвешенные вещества	РД 52.24.468-2005 Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах Методика выполнения измерений гравиметрическим методом	5 мг/дм ³	MNS ISO 11923:2001 Методика выполнения измерений гравиметрическим методом	2 мг/дм ³	
Цветность	РД 52.24.497-2005 Цветность поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений фотометрическим и визуальным методами	5 градус цв.	-	-	
Прозрачность	РД 52.24.496-2005 Температура, прозрачность и запах поверхностных вод суши. Методика выполнения измерений	1 см	-	-	-
Растворённый кислород	РД 52.24.419-2005 Массовая концентрация растворенного кислорода в водах Методика выполнения измерений иодометрическим методом	1 мг/дм ³	MNS (ISO) 4816:99 Методика выполнения измерений иодометрическим методом	0,05 мг/дм ³ *	Сопоставимы
Диоксид углерода	РД 52.24.515-2005 Массовая концентрация диоксида углерода в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений титриметрическим и расчетным методами	1 мг/дм ³	-	-	-
Хлориды	РД 52.24.402-2011 Массовая концентрация хлоридов в водах. Методика измерений меркуриметрическим методом	1 мг/дм ³	MNS 3976-87 Методика выполнения измерений меркуриметрическим методом	10 мг/дм ³	Несопоставимы (для наблюдаемых объектов концентрации хлоридов в основном ниже 10 мг/дм ³)

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
Сульфаты	РД 52.24.405-2005 Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика выполнения измерений турбидиметрическим методом	2 мг/дм ³	MNS 6271:2010 Методика выполнения измерений турбидиметрическим методом	0,5 мг/дм ³ *	Сопоставимы
Гидрокарбонаты	РД 52.24.493-2006 Массовая концентрация гидрокарбонатов и величина щелочности поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Методика выполнения измерений титриметрическим методом	10 мг/дм ³	MNS 4425-97 Методика выполнения измерений потенциометрическим методом	0.5mg/l	Недостаточно информации
Кальций	РД 52.24.403-2007 Методика выполнения измерений массовой концентрации кальция в водах титриметрическим методом с трилоном Б	1 мг/дм ³	MNS (ISO) 2572:99 Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б	0,5 мг/дм ³	Сопоставимы
Магний	РД 52.24.395-2007 Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б	-	Расчетный метод	-	Ограничено сопоставимы
Жесткость	РД 52.24.395-2007 Жесткость воды. Методика выполнения измерений титриметрическим методом с трилоном Б	0,06 ммоль/дм ³ КВЭ **	MNS ISO 6059:2001 Методика выполнения измерений титриметрическим методом с Трилоном Б	0,5 мг-экв/дм ³	
Сумма натрия и калия ионов	РД 52.24.514-2002 Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах		Расчетный метод		Сопоставимы
Азот аммонийный	РД 52.24.383-2005 Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего	0,02 мг/дм ³	MNS 4428-97 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера	0,05 мг/дм ³	Не сопоставимы, определение с реактивом Несслера нечувствительно и неселективно
Азот нитратный	РД 52.24.380 – 2006 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе	0,01 мг/дм ³	MNS 4217:1994 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с салицилатом натрия	0,1 мг/дм ³	Ограничено сопоставимы

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
Азот нитритный	РД 52.24.381- 2006 Массовая концентрация нитритов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса	0,01 мг/дм ³	MNS 4431:2005 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса	0,007 мг/дм ³	Сопоставимы
Фосфаты (в пересчете на фосфор)	РД 52.24.382-2005 Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом	0,01 мг/дм ³	MNS ISO 6878:2001 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с молибдатом аммония	0,005 мг/дм ³	
Фосфор общий	РД 52.24.387-2006 Массовая концентрации общего фосфора в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом	0,02 мг/дм ³	-	-	-
Железо общее растворенное	РД 52.24.377-2008 Массовая концентрация алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, свинца, серебра, хрома и цинка в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с прямой электротермической атомизацией проб	0,01 мг/дм ³	MNS 4430:2005 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с роданидом	0,05 мг/дм ³	Не сопоставимы, определение с роданидом нечувствительно и недостаточно селективно
	РД 52.24.358-2006 Массовая концентрация железа общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с 1,10-фенантролином	0,02 мг/дм ³			
Кремний	РД 52.24.432-2005 Массовая концентрация силикатов в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде синей (восстановленной) формы молибдокремневой кислоты	0,1 мг/дм ³	MNS ISO 3535:1983 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с молибдокремневой кислотой	0,02 мг/дм ³	Сопоставимы
	РД 52.24.433-2005 Массовая концентрация силикатов в поверхностных водах суши. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде желтой формы молибдокремневой кислоты	0,5 мг/дм ³			

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
ХПК	РД 52.24.421-2007 Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в водах	4,0 мг/дм ³	MNS ISO 6060:2001 Методика выполнения измерений титриметрическим методом	0,5 мг/дм ³ 30 мг/дм ³	Недостаточно информации
БПК ₅	РД 52.24.420-2006 Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом	1,0 мг/дм ³	MNS ISO 5815:2001 Методика выполнения измерений скляночным методом	3 мг/дм ³	Ограниченно сопоставимы (сравнение возможно при анализе загрязненных вод)
Нефтепродукты	РД 52.24.454-2006 Массовая концентрация нефтяных компонентов в водах. Методика выполнения измерений ИК-фотометрическим и люминесцентными методами с использованием тонкослойной хроматографии	0,05 мг/дм ³	MNS 17.1.5.15-80 Методика выполнения измерений концентрации нефтяных компонентов в водах	-	-
Фенолы летучие	РД 52.24.488-2006 Массовая концентрация фенолов в водах. Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом после отгонки с паром	2 мкг/дм ³	-	-	-
АСПАВ	РД 52.24.368-2006 Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ (АСПАВ) в водах Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом	0,01 мг/дм ³	-	-	-
альфа-, гамма-ГХЦГ	РД 52.24.412-2009 Массовая концентрация гексахлорбензола, альфа-, бета- и гамма-ГХЦГ, дигофола, дигидрогептахлора, 4,4'-ДДТ, 4,4'-ДДЕ, 4,4'-ДДД, трифлуралина в водах. Методика выполнения измерений газохроматографическим методом	0,002 мкг/дм ³	-	-	-
4,4'-ДДТ		0,02 мкг/дм ³	-	-	
ТХАН (ТЦА),	РД 52.24.413-2011 Массовая концентрация далапон-натрия и трихлорацетата натрия в водах. Методика выполнения измерений газохроматографическим методом	0,02 мг/дм ³	-	-	-

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
Хром (VI)	РД 52.24.446-2008 Массовая концентрация хрома (VI) в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с дифенилкарбазидом)	1 мкг/дм ³	MNS ISO 11083:2001 Методика выполнения измерений фотометрическим методом с дифенилкарбазидом	0,05 мг/дм ³	Не сопоставимы, определение по ИСО 11083 нечувствительно
Хром общий	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	1 мкг/дм ³	-	-	-
Цинк	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	2 мкг/дм ³	MNS ISO 4421:99 Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с пламенной атомизацией	0,05 мг/дм ³	Не сопоставимы по чувствительности
	МУ 08-47/163 Вода природная, питьевая, технологически чистая, очищенная сточная. Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, цинка и меди методом инверсионной вольтамперометрии	0,5 мкг/дм ³			
Марганец	ПНД Ф 14.1:2:4.188-02 Методика измерений массовой концентрации марганца в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02"	10 мкг/дм ³			
Никель	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	5 мкг/дм ³	MNS ISO 4421:99 Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с пламенной атомизацией	0,1 мг/дм ³	Не сопоставимы по чувствительности
	ПНД Ф 14.1:2:4.202-03 Методика измерений массовой концентрации никеля в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02"	10 мкг/дм ³		0,02 мг/дм ³	
Кадмий	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	0,1 мкг/дм ³		0,02 мг/дм ³	
	МУ 08-47/163 (наименование см. выше)	0,2 мкг/дм ³			
Свинец	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	2 мкг/дм ³		0,2 мг/дм ³	
	МУ 08-47/163 (наименование см. выше)	0,2 мкг/дм ³			
Алюминий	ПНД Ф 14.1:2:4.181-02. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом с применением анализатора жидкости "Флюорат 02"	10 мкг/дм ³	-	-	-
Медь	РД 52.24.377-2008(наименование см. выше)	1,0 мкг/дм ³	MNS ISO 4421:99 Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с пламенной атомизацией	0,05 мг/дм ³	Не сопоставимы по чувствительности
	МУ 08-47/163 (наименование см. выше)	0,5 мкг/дм ³			

Определяемый показатель	В России		В Монголии		Заключение о сопоставимости методик
	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	Используемые методики (шифр, принцип метода измерения)	Минимально определяемая концентрация	
Ртуть	МУ 08-47/162 Воды природные, питьевые и очищенные сточные. Вольтамперометрический метод измерения массовой концентрации ртути	0,04 мкг/дм ³	MNS 6184:2010 Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции холодного пара	1 мкг/дм ³	
Кобальт	РД 52.24.377-2008 (наименование см. выше)	2 мкг/дм ³	MNS ISO 4421:99 Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции с пламенной атомизацией	0,1 мг/дм ³	
Фториды	РД 52.24.360-2008 Массовая концентрация фторидов в водах. Методика выполнения измерений потенциометрическим методом с ионселективным электродом	0,19 мг/дм ³	MNS ISO 10359-1:2002	0,02 мг/дм ³	
Сероводород и сульфиды	РД 52.24.450-2010 Массовая концентрация сероводорода и сульфидов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с N,N-диметил-п-фенилендиамином	2 мкг/дм ³	-	-	
Жиры	РД 52.24.504-2010 Методика выполнения измерений массовой концентрации жиров в водах ИК-фотометрическим методом	0,10 мг/дм ³	-	-	
Примечание – * - предел обнаружения (detection limit) ** - моль/ дм ³ КВЭ – количество вещества эквивалента или мг-экв/дм ³					

Для получения сопоставимых результатов анализа вод в трансграничных пунктах требуется внедрение в Монголии более чувствительных и селективных методик определения аммонийного азота (РД 52.24.383 или ИСО 7150-1), хлоридов, нитратного азота, металлов. Определение ртути недостаточно чувствительно с обеих сторон.

Крайне необходимо определение суммы органических веществ (по ХПК, хотя более оптимальный вариант – определение органического углерода, но он требует приобретения дорогого прибора), нефтепродуктов, анионных СПАВ, а в перспективе обеими сторонами должны быть внедрены методики определения неионогенных СПАВ, производство и потребление которых растет быстрее, чем анионных. Определение летучих фенолов фотометрическим методом не имеет перспектив из-за нестойкости веществ данной группы, что требует проведения анализа не позднее суток после отбора при хранении проб в холодильнике. Эти требования сложно реализовать на практике. Переход на хроматографические методики, позволяющие консервировать пробы и хранить их более длительное время требует приобретения соответствующего оборудования обеими сторонами.

Перечень технических средств, используемых в стационарных лабораториях в настоящее время, приведен в таблице 49.

Таблица 49 - Перечень технических средств, используемых в стационарных лабораториях Забайкальского УГМС в 2012 г.

Наименование прибора, тип, марка, производитель	Год получения прибора	Назначение	Примечание
Иономеры, рН-метры, кондуктометры			
рН-метр/милливольтметр рН-673, НПО «Аналитприбор»	1990	Определение рН, натрия, калия, гидрокарбонатов, щелочности, фторидов	Требуется замены
рН-метр/милливольтметр рН-410, ООО НПКФ «Аквилон»	2005		
Преобразователь ионометрический И-500, ТОО НПКФ «Аквилон»	2001		Требуется замены
Анализатор жидкости, Экотест-2000, НПП «Эконикс»	2001		Требуется замены
рН-метр/иономер АНИОН 4111, ООО НПП «Инфраспак-Аналит»	2012		
Иономер/кондуктомер, АНИОН 410А (С), ООО НПП «Инфраспак-Аналит»	2000		Требуется замены
Иономер/кондуктометр «Анион-4154», ООО НПП «Инфраспак-Аналит»	2007		Требуется замены
Фотометры			
Фотометр фотоэлектрический КФК-3, ОАО «Загорский оптико-механический завод»	1993, 2000, 2004, 2005	Выполнение измерений фотометрическим методом	Требуют частичной замены

Наименование прибора, тип, марка, производитель	Год получения прибора	Назначение	Примечание
Фотометр UNICO 1201, ООО «ЮНИКО-СИС»	2006, 2007	(определение азота нитритного, нитратного, аммонийного, фосфатов, фосфора общего, кремния, сульфатов, хрома(VI), железа, марганца, никеля, анионных СПАВ, фенолов, сероводорода)	(1993 и 2000 г. выпуска)
Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-«ЗОМЗ», ОАО «Загорский оптико-механический завод»	2006		
Анализаторы нефтепродуктов (ИК-фотометры)			
Концентраметр КН-2, ПЭП «СИБЭК-ОПРИБОР»	2004	Определение нефтепродуктов, жиров	КН-2 требует замены
Анализатор нефтепродуктов АН-2, СКБ «Нефтехимавтоматика»	2007		
Флюориметры			
Анализатор жидкости, «Флюорат -02-3М», «Люмэкс»	2000 2006	Выполнение измерений флюориметрическим и фотометрическим (при наличии фотометрической приставки) методами (определение смол и асфальтенов, алюминия флюориметрическим методом, марганца, никеля - фотометрическим*)	Прибор 2000 года выпуска требует замены
Атомно-абсорбционные спектрофотометры			
Спектрометр «КВАНТ-Z.ЭТА», ООО НПФ «Кортэк»	2003	Определение металлов	Требует модернизации или замены
Вольтамперметрические анализаторы			
Комплекс вольтамперметрический СТА, ООО «ИТМ»	2007	Определение ряда металлов (медь, цинк, кадмий, свинец, ртуть*)	
Хроматографы			
Хроматограф «Цвет-800», ООО «Кулон»**	2004	Определение пестицидов	Требуется поставка дополнительных приборов
Весы лабораторные высокого класса точности			
Весы лабораторные равноплечие 2-го класса, ВЛР-200 М, Завод «Госметр»	1999	Определение взвешенных веществ, приготовление аттестованных растворов	
Весы аналитические GR-120, Япония	2002		
Весы лабораторные электронные ЛВ 210-А, ЗАО «Сартогосм»	2005		
Весы лабораторные ВЛ-210, «Госметр»	2005		
Весы лабораторные электронные НТ-220СЕ, Япония	2011		
Примечание – *- не рекомендуется продолжение определений указанным методом **- прибор требует ремонта			

В настоящее время степень обеспеченности стационарных лабораторий измерительными приборами, в основном, позволяет проводить наблюдения по утвержденным программам. Однако для ряда показателей используемые методы и приборы не являются вполне удовлетворительными, некоторые приборы из-за физического и морального износа требуют замены. Рекомендации по первоочередному переоснащению стационарных лабораторий приведены ниже.

ФГБУ «Бурятский ЦГМС». Прежде всего, следует приобрести специализированный ртутный анализатор, позволяющий определять ртуть на уровне 1-5 нг/дм³, поскольку используемая в настоящее время методика нечувствительна. Для сокращения трудозатрат и повышения чувствительности определения металлов в воде и донных отложениях целесообразно поставить атомно-абсорбционный спектрофотометр с электротермической и пламенной атомизацией (один прибор с обоими видами атомизации или два независимых прибора). В перспективе, для анализа донных отложений следует обеспечить лабораторию производительной системой микроволновой обработки проб.

В настоящее время в Бурятском ЦГМС проводится только подготовка проб для определения пестицидов, а хроматографические измерения проводятся в лаборатории Читинского ЦГМС-Р. Такая ситуация не позволяет в должной мере оценивать и контролировать качество измерений. Для обеспечения качественного определения пестицидов и расширения в перспективе перечня загрязняющих веществ, определяемых методами газовой и жидкостной хроматографии, следует поставить два газовых хроматографа с полным набором детекторов и дозатором равновесного пара, а также жидкостный хроматограф со спектрофлуоресцентным и спектрофотометрическим детекторами.

Для сокращения трудозатрат и повышения точности определения главных ионов (прежде всего, сульфатов и хлоридов) целесообразно приобрести ионный хроматограф.

Устаревшие приборы следует заменить новыми.

ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р». Целесообразно в дополнение к имеющемуся приобрести абсорбционный спектрофотометр с электротермической и пламенной атомизацией. Атомно-абсорбционная спектрофотометрия с пламенной атомизацией является менее чувствительной, чем с электротермической, но существенно более дешевой. При определении (в перспективе) валовых форм металлов или при анализе донных отложений, когда требуется определять более высокие концентрации металлов, сочетание разных видов атомизации является оптимальным с экономической точки зрения. Следует оснастить лабораторию производительной системой микроволновой обработки проб, что также существенно сокращает трудозатраты на подготовку проб для определения металлов.

Для обеспечения качественного определения пестицидов и расширения в перспективе перечня загрязняющих веществ, определяемых методами газовой и жидкостной хроматографии, следует поставить дополнительно газовый хроматограф с набором детекторов и дозатором равновесного пара, а также жидкостный хроматограф с спектрофлуоресцентным и спектрофотометрическим детекторами.

Для сокращения трудозатрат и повышения точности определения главных ионов (прежде всего, сульфатов и хлоридов, а также фторидов) целесообразно приобрести ионный хроматограф.

Устаревшие приборы следует заменить новыми.

Для наиболее простых и распространенных приборов (иономеры, кондуктометры, фотометры) выбор конкретной марки обычно не имеет значения, большая часть приборов имеет примерно равноценные характеристики. В то же время для сложного оборудования в качестве изготовителей целесообразно рассматривать фирмы, имеющие наибольший опыт в данной области и выпускающие оборудование, отвечающее приведенным требованиям [57]. В таблице 50 приведены некоторые марки приборов и фирмы-изготовители, которые целесообразно рассматривать для оснащения лабораторий. Могут приобретаться эквивалентные приборы и других фирм.

Таблица 50 –Рекомендуемые марки приборов и фирмы-изготовители

Средство измерения	Требования к средствам измерений	Рекомендуемые марки и производители
Концентратомер (анализатор) нефтепродуктов	Диапазон измерений массовых концентраций нефтепродуктов от 0 до 100 мг/л; предел допускаемой основной погрешности прибора не более $\pm 2\%$ от верхнего предела измерений, контроль чистоты раствора	КН-2М, (ПЭП «СИБ-ЭКО ПРИБОР»)
Флуориметр	Спектральный диапазон 200-650 нм, Диапазон измерения массовой концентрации фенола в воде флуориметрическим методом, не более 0,01 мг/дм ³ с погрешностью не более 50%. Пределы допускаемого значения основной погрешности при измерении коэффициента пропускания образцов фотометрическим методом в диапазоне 10-90 % (абс.), не более 2.	Флюорат-02,(ООО «ЛЮМЭКС»)
Ионный хроматограф	Минимально определяемая концентрация в воде не выше 0,1 мг/дм ³ , целесообразно иметь один стационарный, один переносной ионный хроматограф. При необходимости последний может быть использован в передвижной лаборатории	Стационарный – ISC-900, ISC-1200 (Dionex), переносной – PIA-1000 (Shimadzu)
Атомно-абсорбционные спектрофотометры	Наличие пламенного и электротермического атомизатора (целесообразно - в одном приборе), коррекция неселективного поглощения, автодозатор, гидридная приставка; пределы обнаружения металлов в воде при электротермической атомизации на уровне сотых-десятых долей (железа, алюминия - первых единиц) мкг/дм ³	AA-7000 (Shimadzu), AAAnalyst 400 (PerkinElmer)
Анализатор ртути	1. Атомно-абсорбционная спектрофотометрия холодного пара, предел обнаружения на приборе не более 0,01 мкг/дм ³ (требуется предварительное концентрирование пробы для достижения более низких диапазонов измерения)	РА 915 с приставками РП-91 и РП91С (ЛЮМЭКС), УКР-1МЦ (с приставками ПАР-3М и

Средство измерения	Требования к средствам измерений	Рекомендуемые марки и производители
	2. Атомно-флуоресцентная спектрофотометрия холодного пара, предел обнаружения на приборе 0,0005-0,001 мкг/дм ³	УВН-1а) НПФ «ЭКОН» Mercur Duo plus, Mercur plus (Analytikjena)
Газовые хроматографы	Газовые хроматографы должны быть снабжены инжектором для подключения капиллярных колонок (при необходимости - набивных и капиллярных), детекторами ПИД, ЭЗД, ТИД (ПФД, ФИД), дозатором равновесного пара; предел детектирования: для ПИД не более 5 пгС/с, линейность более 5·10 ⁷ ; для ЭЗД не более 20 фг/с линдана, линейность более 10 ⁴ .	Кристалл 5000(Хроматэк) Agilent 7820, Agilent 7890A (Agilent Technologies)
Жидкостные хроматографы	ВЭЖХ с автоматическим вводом, с возможностью градиентного элюирования, с проточной кюветой, флуоресцентным детектором и УФ/вид или PDA детектором, автодозатором, термостатом колонок; спектральный диапазон от 200 до 700 нм и более	Flexar LC (PerkinElmer)? LC-20 (Shimadzu), Agilent 1200 (Agilent Technologies)

Для обеспечения качественного отбора проб, повышения достоверности получаемой информации (особенно по концентрациям нестойких компонентов) центры мониторинга должны быть оснащены передвижными лабораториями. Основные задачи, решаемые с помощью ПГХЛ: качественный отбор проб, их предварительная обработка (прежде всего, фильтрование, при необходимости – консервация) и определение наиболее нестойких компонентов. К нестойким компонентам относятся те, хранение которых не допускается или исчисляется несколькими часами, в связи с чем их необходимо определять на месте отбора или в ПГХЛ.

Назначение ПГХЛ – исключить пересылку проб по почте или другую длительную доставку, приводящую к нарушению требований нормативных документов по условиям и срокам хранения проб.

В зависимости от территории, обслуживаемой ПГХЛ, и выполняемых работ, их может быть два основных типа:

- 1) ПГХЛ, выполняющие отбор и доставку проб в стационарные лаборатории в течение рабочего дня (максимум – не более суток);

- 2) ПГХЛ, выезжающие для выполнения этих работ на срок более суток.

Первые лаборатории могут быть организованы на базе небольших автомобилей («Форд Транзит», «Газель», и т.п.), перечень оборудования для них более узкий. Второй тип лабораторий помимо лабораторного отсека должен обеспечиваться жилым отсеком со спальными местами, а также более широким перечнем оборудования и приборов для анализа проб, поэтому это могут быть автомобили «КАМАЗ» или аналогичные.

ПГХЛ должна иметь минимум два отсека помимо кабины водителя - рабочий (лабораторный) и технический, разделенные глухой перегородкой.

Технический отсек предназначен для установки электростанции мощностью не менее 3 кВт, аккумуляторных батарей, заряжаемых от сети или генератора, запчастей к автомобилю, запаса топлива, мотора для надувной лодки, инструментов водителя, огнетушителя и т.п. Там же может быть при необходимости размещена сама надувная лодка, либо для нее установлен на крыше багажный отсек, могут быть другие варианты ее размещения. В отсеке должен быть расположен электрический щит с заземлением, от него в лабораторный отсек выведена электропроводка и установлены розетки. На щите также должна быть розетка для подключения, при необходимости, внешних устройств.

Лабораторный отсек предназначен для выполнения работ по предварительной обработке проб воды, выполнению анализа нестойких компонентов. Высота лабораторного салона – не менее 200 см. В лабораторном отсеке должны быть установлены:

- система приточно-вытяжной вентиляции;
- кондиционер (тепло-холод);
- система освещения обеспечивающая достаточную освещенность всего лабораторного отсека и дополнительные светильники, обеспечивающие рассеянное освещение рабочих столов;
- мойка, под которой должны быть расположены полипропиленовый контейнер с чистой водой и насос для подачи воды, контейнер для слива воды; над мойкой должна быть полка с креплением для дистиллированной воды и сушилка для посуды;
- шкаф или стеллаж с полками с высокими бортами для размещения проб и посуды для их отбора и транспортировки, для хранения запаса дистиллированной воды, пробоотборного оборудования, средств для обеспечения безопасного отбора проб;
- рабочие столы для работы двух операторов, под поверхностью столов выдвижные ящики высотой 16-18 см для хранения документов, посуды, приборов, реактивов, ниже - тумбы с дверцами (одна с выдвижными ящиками, другие с полкой) для реактивов и растворов;
- над рабочими столами вдоль бортов могут быть расположены узкие полки-антресоли с выдвижными дверцами для хранения посуды и пр.;
- холодильник/морозильник для хранения проб вместимостью не менее 50 л, питание от аккумуляторной батареи;
- стулья (табуреты), фиксируемые во время движения ПГХЛ;
- вешалка с пластиковой шторой для одежды операторов.

Все покрытия лабораторного отсека должны быть влагостойкими, моющимися, полы – из нескольких материалов. Покрытие рабочих столов должно быть устойчиво к действию кислот, щелочей, растворителей.

Рекомендуемая базовая комплектация ПГХЛ (измерительные приборы и вспомогательное оборудование, посуда), приведена в таблице 51. Градуировка или контроль стабильности градуировочной характеристики приборов проводится в стационарной лаборатории перед выездом для отбора проб. Поскольку данные наблюдений, получаемые в передвижной лаборатории являются данными режимного мониторинга и должны помещаться в банк данных, в передвижной лаборатории должны использоваться те же аттестованные методики, что и в стационарной лаборатории, либо сопоставимые с ними по диапазону определяемых концентраций и величинам допускаемой погрешности.

Таблица 51 - Перечень технических средств, рекомендуемых для использования в передвижных лабораториях

№№	Наименование	Назначение	Количество	Примечание
1	Многопараметрический анализатор воды, например, HORIBA U-53, HI 9828 «HANNA» или аналог другой марки, или комплектная лаборатория «Обь»	Определение температуры, pH, Eh, электрической проводимости, растворенного кислорода	1	
2	Иономер, например, Эксперт-001 со вспомогательным электродом с двойным электролитическим ключом и комплектом ионселективных электродов:		1	
	pH-электрод комбинированный любой марки	Определение pH, гидрокарбонатов, щелочности	1	
	аммониевый комбинированный электрод (газочувствительный)PY-I02 (Sartorius), NH500/2 (WTW) или аналогичные электроды других марок	Определение азота аммонийного	1	
	электрод ЭЛИС-121NO ₃ (ИТ)	Определение азота нитратного	1	Дополнительная комплектация лабораторий второго типа, а также первого типа на случай аварийных ситуаций
	электрод ЭС-10-07 (Гомельский ЗИП)	Определение натрия	1	
	ЭЛИС-131Cl (кристаллический) или аналогичный другой марки	Определение хлоридов	1	
	ЭЛИС-131F (кристаллический) или аналогичный другой марки	Определение фторидов	1	
3	Фотометр «Эксперт-003», комплект профессиональный с полным набором картриджей и кювет, в том числе для определения ХПК	Определение азота нитритного, азота аммонийного, фосфатов, кремния, хрома(VI), железа(II)	1	Возможно расширение перечня показателей, определяемых фотометрическим методом в случае аварийных ситуаций
4	Автоматический потенциометрический титратор, например, AutoGrate 02 и/или цифровой титратор (Digitaltitrator) «НАСН» с набором картриджей с растворами и пустых	Определение гидрокарбонатов, щелочности, карбонатов, диоксида углерода		Дополнительно – определение хлоридов, жесткости, кальция, сульфатов титриметрическим методом при аварийных ситуациях

№№	Наименование	Назначение	Количество	Примечание
5	Весы ВЛТЭ, максимальная нагрузка 400 -500 г, дискретность отсчета 0,001 г	Взвешивание	1	
6	Анализатор нефтепродуктов КН-2М, КН-3 (концентраномер, блок хроматографических колонок, экстрактор)	Определение нефтепродуктов	1	Используется при аварийных ситуациях*)
8	Анализатор токсичности Биотокс-10М	Определение токсичности	1	
9	Электроплитка со стеклокерамическим покрытием мощностью 0,8-1,2 кВт	Нагревание	1	
10	Термоблок, регулируемая температура до 150°С	Определение ХПК		Используется в ПГХЛ второго типа и при аварийных ситуациях*)
11	Термостат для инкубации склянок БПК	Определение БПК	1	
12	Склянки для манометрического определения БПК «OxiTop» или «BODTrak»	Определение БПК	6-10	Альтернатива общепринятому скляночному методу
13	Поликарбонатное фильтровальное устройство фирмы «Sartorius»	Фильтрование проб	2	
14	Прибор фильтровальный ГР-60	Фильтрование проб	1	
15	Мембранный электрический насос НМ-5 и/ или насос-компрессор ручной, «Sartorius»	Фильтрование проб	1	
16	Батометр Молчанова или Рутнера	Отбор проб воды	1	
17	Батометр штанговый с бутылками для отбора проб	Отбор проб воды	1	
18	Система пробоотборная СП-2	Отбор проб воды	1	
19	Ведро эмалированное, покрытое неорашенной эмалью	Отбор проб воды	1	Без сколов, трещин
20	Дночерпатели: бентосный, штанговый ГР-61, трубчатый	Отбор проб донных отложений	1-3	
21	Бур ледовый	Бурение лунок во льду	1	
22	Ноутбук, навигатор		1	
23	Холодильник/ морозильник объемом не менее 50 л	Хранение проб	1-2	
24	Пипет-дозаторы переменной вместимости (от 0,1 до 1 мл и от 1 до 5 мл) со сменными наконечниками	Консервация проб, проведение анализа	Ассортимент и количество определяется программой работ конкретной лаборатории	Очистка и мытье использованной посуды, приготовление растворов реактивов проводится в стационарной лаборатории
25	Посуда полипропиленовая для хранения проб вместимостью 0,1; 0,25; 0,5; 1л	Отбор и хранение проб		
26	Посуда стеклянная для хранения проб вместимостью 0,25;0,5; 1 л	Отбор и хранение проб		
27	Набор посуды для проведения анализа	Анализ проб		
Примечание – *) во внеаварийный период оборудование хранится (или используется) в стационарной лаборатории				

10 Разработка гармонизированной программы мониторинга качества воды в бассейне реки Селенга

Гидрохимический институт при выполнении данного проекта ознакомился с Программой осуществления наблюдений за состоянием трансграничных водных объектов (по гидрохимическим показателям) в рамках реализации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии по охране и использованию трансграничных вод бассейнов рек Селенга и Амур.

В соответствии с Соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии по охране и использованию трансграничных вод от 1995 года (далее Соглашение) наблюдения за состоянием поверхностных вод трансграничных водных объектов осуществляются в целях:

- реализации решений Уполномоченных Правительств Российской Федерации и Монголии по выполнению Соглашения по охране и использованию трансграничных вод;
 - своевременного выявления и последующего развития негативных процессов, влияющих на качество вод водных объектов;
 - оценки эффективности осуществляемых мероприятий;
 - обеспечения информацией о фактическом состоянии водных объектов и данными мониторинга загрязнений трансграничных водных объектов.
- Объектами наблюдений при выполнении этой программы являются трансграничные реки бассейнов Селенги и Амура.

В части гидрохимических наблюдений с российской стороны пробы воды отбираются согласно [58, 59] из поверхностного горизонта водного объекта. Сразу после отбора пробы определяются: растворенный кислород, диоксид углерода, pH, температура воды, запах, прозрачность (визуально). Затем отобранная проба воды разливается по разным, специально подготовленным по видам определяемых показателей сосудам и консервируется в соответствии с используемой МВИ. Основной химический анализ производится в лабораториях Бурятского ЦГМС, Тывинского ЦГМС, Читинского ЦГМС-Р.

Химический анализ проб воды производится лабораториями мониторинга загрязнения поверхностных вод суши аккредитованного в системе аккредитации аналитических лабораторий (центров), аттестат аккредитации которых зарегистрирован в Едином реестре (на территории Российской Федерации). Все показатели качества вод определяются согласно «Области Аккредитации» ФГБУ «Бурятский ЦГМС», ФГБУ «Тывинский ЦГМС», ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р». Все МВИ аттестованы.

С монгольской стороны гидрохимические наблюдения осуществляются в согласованных государственных створах в соответствии с согласованным перечнем определяемых показателей качества

воды. Отбор и химический анализ проб воды производится в лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод, аккредитованной в системе аккредитации аналитических лабораторий Монгольской НАС. Аттестат аккредитации № С-114 ISO/IEC 17025:2005 (MNS ISO/IEC 17025:2007) зарегистрирован в 20 июля 2009 года, действителен до 20 июля 2011 года. Большинство показателей качества вод определялись согласно «Области Аккредитации» (МНАС), некоторые аттестованы в Центральной лаборатории по изучению окружающей среды.

Пробы воды отбираются согласно MNS (ISO) 5667-6:2001, из поверхностного горизонта водного объекта. Сразу после отбора пробы определяются: рН, температура воды, растворенный кислород, электропроводность. Затем отобранная проба воды разливается по разным, специально подготовленным по видам определяемых показателей сосудам и упаковывается в специальные ящики и доставляется в Центральную лабораторию по изучению окружающей среды и четыре региональных лаборатории Сэлэнгэ, Хубсугул, Увс и Дорнод аймаков.

План отбора проб на определение вышеперечисленных показателей разрабатывается каждой Стороной самостоятельно и рассматривается на заседаниях совместной Рабочей группы.

В совместно выполняемой монгольской и российской сторонами программе вопросы контроля качества получаемой гидрохимической информации решаются не в полной мере.

Как отмечено в протоколе заседания совместной рабочей группы от 26 – 27 июля 2012 г. в рамках выполнения Соглашения ведутся работы по проведению анализов проб воды в трансграничных водных объектах по гидрохимическим и санитарно-эпидемиологическим показателям, подготовке программ наблюдений за состоянием дна и берегов пограничных участков реки Чикой (Цох) на территории Монголии и Российской Федерации, по оценке влияния хозяйственной деятельности предприятий на водные объекты, расположенные в бассейнах трансграничных вод рек Селенга и Онон, а также по выполнению водоохраных и водохозяйственных мероприятий на трансграничных водных объектах и обмену информацией по объектам хозяйственной деятельности и водохранилищам, расположенным в бассейнах трансграничных рек.

Следует отметить важную информацию монгольской стороны, по модернизации очистных сооружений в бассейне Селенги на период 2012- 2016 гг.

В связи с изложенным разрабатываемая в рамках выполняемого проекта «Гармонизированная программа мониторинга качества воды в бассейне реки Селенга» должна учитывать накопленный опыт работ при выполнении Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Монголии по охране и использованию трансграничных вод от 1995 года и способствовать развитию и совершенствованию системы мониторинга в России и Монголии на трансграничных участках наблюдаемых водных объектов.

ГАРМОНИЗИРОВАННАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГА

10.1 Общие положения

Бассейн Байкала относится к числу особо ценных экосистем, не подвергавшихся ранее значительному влиянию хозяйственной деятельности. Сохранение и поддержание естественного состояния экосистемы Селенги (в составе экосистемы Байкала) отвечает не только национальным интересам Российской Федерации, но и мирового сообщества в целом.

Обеспечение хорошего качества воды р. Селенга как природного водного объекта высокой экологической значимости обуславливает необходимость соблюдения сопредельными государствами – Россией и Монголией требований особого режима хозяйственной деятельности в бассейне Селенги. В ландшафтном отношении бассейн р. Селенга находится в области контакта таежной и степной природных зон, что предопределяет развитие природной среды, характеризующейся высоким уровнем биологического разнообразия и повышенной чувствительностью к внешним воздействиям.

Система мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод бассейна Селенги на территории России и Монголии должна быть направлена на укрепление трансграничного сотрудничества, получение информации, которая наряду с информацией о состоянии других объектов окружающей среды будет служить основой для поддержки принятия управляющих решений при комплексном управлении природными ресурсами бассейнов озер Байкал и Хубсугул для обеспечения устойчивого функционирования и защиты уникальных экосистем в условиях устойчивого экономического развития государств.

Для получения достоверной информации о составе природных вод и содержании в них загрязняющих веществ необходимо выполнение многих условий. Одним из важнейших условий является выбор методики анализа наиболее адекватной составу анализируемой пробы, то есть методики, позволяющей с достаточной степенью надежности идентифицировать качественный состав присутствующих веществ и определять их количественное содержание на уровне реально существующих концентраций в воде трансграничных водных объектов, т.е. методики должны быть селективны и достаточно чувствительны. Кроме этого, все методики должны быть метрологически аттестованы в установленном порядке; приписанные им характеристики погрешности не должны превышать принятых в странах норм погрешности.

ГХИ много лет занимается разработкой, метрологической аттестацией и внедрением методик анализа поверхностных вод в лабораториях ГСН, осуществляет авторский надзор за внедренными методиками, что позволяет разработчикам постоянно совершенствовать используемую методическую базу. В настоящее время институтом разработано и аттестовано более 100 методик для

определения 150 показателей состава воды [55. 56]. Многие из этих методик аттестованы по результатам обширного межлабораторного эксперимента. Опыт разработки и практического применения методик дает ГХИ основание считать, что для мониторинга трансграничных водных объектов в качестве основы целесообразно использовать РД 52.24....

При определении металлов на данном этапе целесообразно определять растворенные формы металлов, в перспективе в программу могут быть включены и определения валового содержания (или взвешенных форм).

Гарантиям качества и контролю качества измерений в системе мониторинга состояния вод суши должно уделяться особое внимание, так как именно соблюдение гарантий качества на всех этапах проведения таких исследований с периодическим контролем качества измерений обеспечивает получение достоверной информации, которая в дальнейшем может быть положена в основу оценки состояния водных экосистем, анализа эффективности природоохранных мероприятий и принятия управляющих решений. При выполнении подобных проектов за рубежом заказчики зачастую требуют, чтобы процедуры гарантий и контроля качества были детально описаны в отдельном томе или самостоятельном разделе программы.

В данной программе предлагается достоверность и сопоставимость информации о составе проб воды, получаемой в трансграничных створах лабораториями России и Монголии, обеспечить проведением периодических МСИ методик измерений в соответствии с требованиями изложенными в [52-54]. Эту работу можно выполнить следующим образом:

- организацией совместного отбора проб воды и анализа их методами, используемыми каждой из сторон, с последующим сравнением полученных результатов с учётом погрешности измерений;
- проведением специального эксперимента - рассылкой контрольных образцов для анализа приготовленных в России или Монголии. ГХИ имеет опыт приготовления контрольных образцов для проведения внешнего контроля качества измерений, выполняемых сетевыми лабораториями Росгидромета.

Для МСИ в программу могут быть включены следующие показатели, превышение ПДК которых часто наблюдается и установлено при оценке качества вод трансграничных с Монголией рек: тяжёлые металлы (медь, цинк, свинец, марганец, ртуть), ХПК.

Методики для интеркалибрации могут быть выбраны при согласовании с монгольской стороной после получения от них информации о диапазонах концентраций и погрешностях измерений методик, используемых в мониторинге водных объектов на территории Монголии.

Координатором программ может быть одна из сторон.

Периодичность проведения МСИ – 1 раз в один-два года, предпочтительно по показателям, превышение ПДК для которых будет зафиксировано российской или монгольской сторонами.

Важно, чтобы получаемая информация по состоянию водных объектов в бассейне р. Селенга при выполнении различных программ и соглашений могла быть объединена и взаимно дополняла друг друга и одновременно повышала информированность специалистов, административные структуры и общественность приграничных государств. Для достижения этой цели получение информации о качестве поверхностных вод должно проводиться на единой или сопоставимой, а также согласованной всеми участниками мониторинга, нормативно-методической базе, обеспечивающей гарантии контроля качества проводимых измерений. Эти вопросы могут быть решены при внедрении гармонизированной программы мониторинга качества вод в бассейне р. Селенга.

Целесообразно, чтобы в перспективе вся информация о состоянии и загрязнении поверхностных вод в бассейне озера Байкал, которую получают подразделения Росгидромета и другие участники мониторинга при выполнении работ по Программе осуществления наблюдений за состоянием трансграничных водных объектов в рамках реализации Соглашения, которая предназначена для бассейнов рек Селенга и Амур, в полном объеме поступала в режимно-справочный банк данных качество поверхностных вод (РСБД КПВ) ФГБУ «ГХИ». Это позволит более полно освещать состояние и загрязнение поверхностных вод в бассейне Байкала при подготовке институтом материалов для государственных информационных документов (1, 3-12, 21, 26).

10.2 Характеристика качества воды в трансграничных водных объектах бассейна р. Селенга

Проведенный анализ данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета с целью оценки многолетней динамики загрязняющих веществ в воде р. Селенга и рек ее бассейна, включая трансграничные пункты наблюдений, показал, что:

- Основными источниками загрязнения поверхностных вод бассейна Селенги являются сточные воды горнодобывающих, металлообрабатывающих, угледобывающих, металлургических, сельскохозяйственных предприятий, лесопромышленных комплексов, золошлаковых отходов литейнометаллургических заводов и электростанций, содержащих большое количество, как по разнообразию, так и объему металлов и др. Наибольшее загрязнение поверхностных вод в бассейне Селенги происходит в местах расположения крупных промышленных центров на территории России: Улан-Удэнском, Гусиноозерском, Закаменском, Кяхтинском, Петровск-Забайкальском; в пределах Монголии в крупнейших промышленных и хозяйственных районах, расположенных по берегам притоков р. Селенга рек Туул и Хангол (Улан-баторский, Заамарский, Эрдэнэтский промышленные узлы).

В настоящее время для оценки качества поверхностных вод главного притока Байкала, носящего трансграничный характер, р. Селенга в России используются принятые общегосударственные нормативные документы (чаще всего для водных объектов рыбохозяйственного значения).

Необходимо усовершенствование технологии комплексного оценивания качества трансграничных водных объектов с учетом гидрологических характеристик, конкретных региональных особенностей.

Анализ многолетнего массива гидрохимических данных показал, что уровень загрязненности воды реки Селенга и её притоков Чикой, Киран и Менза на трансграничных участках в пунктах режимных наблюдений ГСН Росгидромета в течение 2001 -2011 гг. оценивался как «загрязненная» или «очень загрязненная» 3-го класса качества разрядов «а» и «б» соответственно [3-12]. Характерными загрязняющими веществами, по которым часто наблюдалось превышение ПДК (для вод рыбохозяйственного назначения), являлись трудноокисляемые органические вещества, соединения меди, железа, марганца. В отдельные годы наблюдали превышения ПДК соединениями алюминия, свинца и ртути в трансграничном створе р. Селенга, цинка – в р. Менза и р. Киран, свинца и кадмия – в р. Чикой.

При выполнении Программы осуществления наблюдений за состоянием трансграничных водных объектов в рамках реализации Соглашения российская сторона дополнительно проводила наблюдения в пунктах не входящих в режимную сеть наблюдений Росгидромета на р. Кяхтинка и притоке р. Селенга Желтура. На основании материалов протоколов заседания совместной рабочей группы 26 – 27 июля 2012 г. вода р. Желтура относилась к 3 классу качества в период 2007 – 2011 гг., и перешла в 2011 году во 2 – класс качества- «слабо загрязненная». Вода р. Кяхтинка на участке наблюдений в период 2007 – 2011 гг. относилась в разные годы то к 5 классу «экстремально грязная», то к 4 «в» - «очень грязная». Критическими показателями загрязнения за весь период наблюдений являлись соединения меди, общего железа и азота нитритного.

Следует отметить, что р. Кяхтинка, единственная из перечисленных рек, несущая свои воды с территории России на территорию Монголии.

Российская сторона ведет также постоянный мониторинг в трансграничных пунктах режимной сети наблюдений Росгидромета на притоках р. Селенга Чикой, Менза и Киран.

На реках Менза и Чикой наблюдения по гидрохимическим показателям в МНР не проводятся. Монгольская сторона в 2011 г. провела единичный отбор и анализ проб воды на реке Киран.

Проводится параллельный отбор проб и сравнение полученных результатов в пунктах наблюдений на р. Селенга.

Гармонизацию программ наблюдений на первом этапе целесообразно начать с пунктов, где наблюдения ведутся в течение нескольких лет, как на территории России, так и Монголии:

- р. Селенга, п. Наушки и г. Сухэ-Батор,

- р. Желтура, с. Желтура и пункт Цагаан нуур,
- на р. Кяхта, г.Кяхта и пункт Алтанбулаг, как на наиболее загрязненном водном объекте

10.3 Подсистема мониторинга трансграничных поверхностных вод суши

10.3.1 Подсистема мониторинга трансграничных поверхностных вод суши (ПМ ТПВС), созданная на основе пунктов режимных наблюдений ГСН, сформировалась в 1993 году. С этих пор в бассейне р. Селенга на границе с Монголией Забайкальским УГМС проводятся наблюдения в четырёх трансграничных пунктах, расположенных на самой Селенге и её правобережных притоках Чикой, Менза и Киран.

В соответствии с Соглашением между Правительствами Российской Федерации и Монголии по охране и использованию трансграничных вод от 11 февраля 1995 г. Бурятский ЦГМС в течении 12 лет обеспечивает наблюдения за состоянием трансграничных поверхностных вод в пунктах режимных наблюдений ГСН на участках рек Селенга, Киран, а также на левобережном притоке Селенги Желтура и р. Кяхтинка.

Пункты на реках Желтура и Кяхтинка не входят в подсистему пунктов мониторинга государственной наблюдательной сети трансграничных поверхностных вод. Финансирование осуществляется за счёт выполнения Государственного контракта, заключённого между Управлением водных ресурсов озера Байкал Федерального агентства водных ресурсов и Бурятским ЦГМС (филиал Забайкальского УГМС). Монголия, со своей стороны, в рамках Соглашения проводит наблюдения в трансграничных пунктах на реках Селенга, Желтура и Кяхтинка. Характеристика пунктов, предлагаемых для наблюдений в бассейне р. Селенга российской и монгольской сторонами, представлена в таблице 52.

За исключением пункта на р. Кяхтинка, где осуществляется организованный сброс сточных вод Кяхтинской КЭЧ г. Кяхта -3, во всех остальных вышеперечисленных пунктах организованный сброс сточных вод отсутствует. Загрязнение воды здесь может быть вследствие поступления загрязняющих веществ с поверхностным стоком, с неорганизованными сбросами хозяйственно-бытовых сточных вод, в результате случайного загрязнения, переноса загрязняющих веществ через границу и т.д.

Схема расположения трансграничных пунктов наблюдений на территории России в бассейне р. Селенга приведена на рисунке 1 (см. раздел 1).

Таблица 52 - Трансграничные пункты наблюдений на территории России и Монголии

Государство	Пункт наблюдений	Створ	Год открытия пункта	Расстояние от створа до границы, км	Расстояние от гидропоста	Периодичность наблюдений, проб в год
Россия	р. Селенга п. Наушки	1,5 км к З-ЮЗ от поселка, гидроствор	1970	0,1	В створе ГП-1 Наушки	7, 9
Монголия	р. Селенга (р. Сэлэнгэ) г. Сухэ - Батор	7 км северо-западнее г. Сухэ - Батор		0,05		12
Россия	р. Кяхтинка г. Кяхта*	На южной окраине г. Кяхта	1999	0,1	ГП отсутствует	4
Монголия	р. Кяхтинка (р.Хиагт) Алтанбулаг	На западной окраине Монголо-Российского пограничного пункта Алтанбулаг		0,05		6
Россия	р. Желтура с. Желтура	с. Желтура	2000	15	В створе ГП	4
Монголия	р. Желтура (р. Зэлтер) Цагаан нуур	На северо-восточной окраине сомона Зэлтэр		0		4
Россия	р. Чикой с. Чикой	2 км к В от села, гидроствор	1968	3,0 по прямой до границы	в створе ГП-П Чикойский кожевенный завод	8, 7
Россия	р. Киран с. Киран	3 км от государственной границы, на 17,5 км выше ГП	1964	3,0	17,5 км выше ГП-И Усть-Киран	4
Россия	р. Менза с. Укыр	0,4 км выше села гидроствор	1986	30,0	в створе ГП-П Укыр	5
* - пункт не входит в состав сети пунктов режимных наблюдений ГСН						

Гармонизацию следует проводить по периодичности наблюдений, отбору и предварительной подготовке проб воды для анализа, времени доставки их в лабораторию, времени и условий их хранения, перечню определяемых показателей, применяемых методик для анализа, контролю качества аналитических измерений и представлению информации в базу данных.

Как следует из таблицы 52 периодичность отбора проб воды в России и Монголии несколько различается. В связи с требованиями, предъявляемым к пунктам наблюдений ТПВС, целесообразно проводить в них **ежемесячные наблюдения характерных загрязняющих веществ**, а в период

прохождения основных гидрологических фаз водного режима водотоков определять показатели в соответствии с полным перечнем

10.3.2 Перечень определяемых показателей и сравнение методик для анализа проб воды, используемых Российской и Монгольской стороной в мониторинге трансграничных участков рек представлен в таблице 48. Таблица подготовлена с учётом информации, представленной монгольскими специалистами и требует дополнений по некоторым позициям.

10.4 Предложения по гармонизации используемых методик для анализа состояния и загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Селенга для России и Монголии

Гармонизированная программа должна использовать новые, более чувствительные и селективные, аттестованные методики определения аммонийного азота, нитритов, нитратов, железа общего, тяжелых металлов, хлоридов, ХПК:

10.4.1 Азот аммонийный – рекомендуется определять по РД 52.24.383-2005 или ИСО 7150-1, основанный на аналогичном принципе; в последнем случае будет необходимо установить внутрилабораторные характеристики погрешности и ее составляющих.

10.4.2 Азот нитритный и нитратный – рекомендуется использовать обеими сторонами аттестованные методики фотометрического определения нитритов РД 52.24.518-2008 и нитратов РД 52.24.523-2009, обладающие лучшими метрологическими характеристиками по сравнению с используемыми в настоящее время; для определения повышенных концентраций нитратного азота можно наряду с указанной методикой использоваться метод ионной хроматографии.

10.4.3 Хлориды - используемая в Монголии методика определения хлоридов имеет слишком высокий предел обнаружения, что не позволяет определять в воде этих рек реально присутствующую концентрацию хлоридов. Для этого больше подходит РД 52.24.402-2012 или метод ионной хроматографии.

10.4.4 Железо общее – рекомендуется использовать методику определения с ортофенантролином РД 52.24.358-2006 взамен нечувствительной и недостаточно селективной роданидной методики.

10.4.5 Тяжелые металлы – рекомендуется использовать более чувствительный метод (электротермической атомизации или пламенной атомизации, но с предварительным концентрированием пробы).

10.4.6 Хром (VI) - рекомендуется определять по более чувствительной методике – РД 52.24.446-2008.

10.4.7 Ртуть – рекомендуется определять методом атомной абсорбции (или атомной флуоресценции) холодного пара с использованием специализированного ртутного анализатора. При

использовании прибора, регистрирующего атомную абсорбцию, пробу необходимо предварительно концентрировать.

10.4.8 На первом этапе внедрения гармонизированной программы мониторинга российской и монгольской сторонам целесообразно проводить определение растворенных форм металлов, для чего пробу на месте отбора следует профильтровать через очищенный мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Фильтрованную пробу следует консервировать кислотой, при этом часть консерванта должна поступать в лабораторию вместе с пробами для проверки чистоты (непосредственно или в виде полевого холостого опыта).

На втором этапе внедрения гармонизированной программы мониторинга для более полной оценки трансграничного переноса необходимо проводить определение валового содержания тяжелых металлов Российской стороной или обеими, если в Монголии определяют растворенные формы. (Для внедрения необходимы приборы атомно-абсорбционные спектрофотометры и системы микроволновой обработки проб).

10.4.9 Методика определения ХПК, используемая в Монголии, нечувствительна и определяет реальные значения показателя в воде трансграничных объектов с большой погрешностью. Целесообразно использовать РД 52.24.421-2012.

В связи с растущим экономическим потенциалом горнодобывающей и туристической отраслей в бассейнах озер Байкал и Хубсугул в случае введения в действие новых производств или разработок полезных ископаемых необходимо будет рассматривать вопрос о расширении программ наблюдений, особенно в части включения в них определения содержания в водных объектах опасных загрязняющих веществ.

Методики, разработанные в Гидрохимическом институте под грифом РД 52.24 и предлагаемые к внедрению при проведении мониторинга трансграничных водных объектов, могут быть переданы на безвозмездной основе специалистам гидрохимических лабораторий в Монголии.

10.5 Рекомендации по системе контроля качества аналитических измерений

Для обеспечения качества и достоверности гидрохимических (аналитических) измерений в лабораториях мониторинга загрязнения воды России и Монголии подходы в создании и реализации систем контроля качества должны быть аналогичными.

10.5.1 В лабораториях Государственной системы наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши Росгидромета внедрение отдельных элементов системы контроля качества начато в 80-х годах в виде оперативного (предупредительного) контроля воспроизводимости и правильности измерений [43]. В дальнейшем этот документ был усовершенствован в соответствии с новыми

метрологическими требованиями Госстандарта [46]. Основой для последующей разработки систем по обеспечению качества получаемой гидрохимической информации в России является документ по межгосударственной стандартизации [47]. В этом документе изложены различные алгоритмы контроля **процедуры анализа** (5 видов оперативного контроля, 3 вида контроля стабильности результатов анализа: с использованием контрольных карт Шухарта, в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием результатов оперативного контроля процедуры анализа, в форме выборочного статистического контроля внутрилабораторной прецизионности и погрешности результатов анализа).

10.5.2 В документе, разработанном Гидрохимическим институтом по внутреннему контролю качества [46], был сделан упор и на другие, не менее важные составляющие системы контроля качества, например контроль качества пробоотбора, качества дистиллированной воды, критерии и виды контроля при выдаче гидрохимической информации, способы установления градуировочных характеристик.

Суть контроля качества пробоотбора заключается в проведении анализа холостых полевых проб. Холостые полевые пробы дают возможность оценить:

- чистоту посуды для отбора и хранения проб;
- чистоту фильтров и фильтрующих устройств;
- чистоту пробоотборника;
- чистоту химических консервирующих веществ и т.д.

Основные виды оперативного контроля процедуры анализа, используемые лабораториями Росгидромета, следующие:

- с использованием образцов для контроля,
- методом добавок в пробу,
- методом добавок совместно с методом разбавления пробы,
- методом разбавления пробы.

Контроль стабильности результатов измерений за определённый период времени (3, 6 или 12 месяцев в зависимости от количества выполняемых анализов) лаборатории Росгидромета выполняют в основном в форме периодической проверки подконтрольности процедуры выполнения анализа с использованием результатов оперативного контроля процедуры анализа [46]. Некоторые лаборатории выполняют контроль стабильности результатов анализа с использованием контрольных **карт Шухарта** [46, 47].

Таким образом осуществляется контроль погрешности и прецизионности (воспроизводимости и повторяемости) методик используемых для анализа вод. В качестве норматива контроля используют **нормированную в методике погрешность измерений** и её составляющих. Лаборато-

рии могут рассчитывать свои лабораторные погрешности анализов в соответствии с [48], но они не должны быть больше погрешности, установленной в методике.

Выводы о качестве результатов анализов, выполняемых в лабораториях, делают на основе выводов о качестве результатов оперативного контроля. Достоверность выводов о качестве результатов анализа зависит от реализуемой формы контроля стабильности результатов анализа, используемого числа контрольных процедур и частоты их проведения.

10.5.3 В настоящее время **система гарантий и контроля качества информации** включает:

- правильный выбор приоритетных показателей состава вод, подлежащих определению;
- отбор представительной пробы воды;
- соблюдение условий выполнения пробоподготовки и анализа, регламентированных МВИ, оформленными по [49], или другими нормативными документами;
- использование **аттестованных** согласно [50] методик выполнения измерений (МВИ) показателей состава вод;
- **внутренний контроль качества измерений**, включающий оперативный контроль процедуры анализа и контроль стабильности результатов анализа (оценка всей совокупности результатов анализа в течение контролируемого периода).
- внутрилабораторный контроль сбора, обработки и представления гидрохимической информации;
- участие в межлабораторных сравнительных испытаниях МВИ (внешний контроль качества измерений).

Вместе с элементом «управление документацией», который излагается в Руководствах по качеству лабораторий в соответствии с ГОСТ Р ИСО 17025 [51], мы имеем систему менеджмента (управления) качеством, аналогичную международной.

10.5.4 О выполнении внутреннего контроля качества измерений сетевые лаборатории ежегодно отчитываются в ГХИ Росгидромета, который является базовой организацией по этому направлению работ, хотя в достоверных результатах анализа и правильном проведении внутрилабораторного контроля качества должна быть прежде всего заинтересована лаборатория.

Контроль качества требует дополнительных финансовых затрат, но это обосновано, так как речь идёт о повышении доверия к гидрохимической информации и снижает риск неоправданных действий по результатам мониторинга.

Очень важно внедрить в сознание не только рядового аналитика, но прежде всего руководителей лабораторий, что вопросами качества следует заниматься постоянно и всерьёз и не воспринимать их как обременительную нагрузку. С этой целью ГХИ регулярно, 1 раз в 2 года проводит обучающие семинары для работников сетевых лабораторий Росгидромета и других ведомств, на которых много внимания уделяется вопросам обеспечения и контроля качества гидрохимической

информации. ГХИ может при необходимости провести обучение специалистов МНР по этим вопросам на семинаре в 2014 году, либо индивидуальное обучение в 2013 году по согласованной с МНР программе.

10.6 Программа межлабораторных сравнительных испытаний (интеркалибрации) методов анализа загрязняющих веществ для специалистов России и Монголии

В ГХИ до настоящего времени нет информации о системе контроля качества, принятой в лабораториях Монголии, поэтому мы предлагаем достоверность и сопоставимость информации о составе проб воды, получаемой в трансграничных створах лабораториями России и Монголии обеспечивать проведением периодических межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) методик измерений в соответствии с требованиями изложенными в [52-54]. Эту работу можно выполнить следующим образом:

- организацией совместного отбора проб воды и анализа их методами, используемыми каждой из сторон, с последующим сравнением полученных результатов с учётом погрешности измерений;

- проведением специального эксперимента - рассылкой контрольных образцов, приготовленных в России или Монголии, для выполнения их анализа. ГХИ имеет опыт приготовления контрольных образцов для проведения внешнего контроля качества измерений, выполняемых сетевыми лабораториями Росгидромета.

Для МСИ в программу могут быть включены следующие показатели, превышение ПДК которых часто наблюдается и установлено при оценке качества вод трансграничных с Монголией рек: тяжёлые металлы (медь, цинк, свинец, марганец, ртуть), ХПК.

Методики для интеркалибрации будут выбраны при согласовании с монгольской стороной после получения от них информации о диапазонах определяемых концентраций и погрешностях измерений.

Рекомендуемые формы программы МСИ и протокола КХА приведены в Приложениях А и Б. Координатором программ может быть одна из сторон.

10.7 Предложения по гидробиологическим определениям

Гидробиологические наблюдения, проводимые ФГБУ «Бурятский ЦГМС» в водах р. Селенга указывают на необходимость дальнейшего проведения и развития мониторинга для комплексной оценки качества воды реки.

Сравнение данных по показателям численности, биомассы, видового разнообразия фито-, зоопланктона и зообентоса двух периодов 1981-1991 и 2005-2011 гг. свидетельствует о наличии различия этих показателей во времени по длине Селенги. Наблюдаемое снижение числа видов в 2005-2011 гг. в сравнении с 1981-1990 гг. требует подробного изучения в части замены менее устойчивых к загрязнению видов на виды с высокой устойчивостью к загрязнению.

Результаты трех микробиологических съемок, проведенных в нижнем течении р. Селенга в 1989, 1990 и 2012 гг. специалистами ФГБУ «ГХИ» выявили увеличение общей численности бактерий в 2012г. в 1,3 раза и возрастания процента палочковых форм микроорганизмов. Это свидетельствует об увеличении поступления в реку легкоокисляемой органики с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

В составе зообентоса прослеживаются в отдельные периоды (2005-2011 гг.) уменьшение значений численности и биомассы от створов, расположенных выше г. Улан-Удэ к устью, что вероятно, связано с повышением антропогенного загрязнения в нижнем течении р. Селенга за счет влияния города, а также нижерасположенных притоков.

В связи с этим Гидрохимический институт рекомендует:

- ФГБУ «Бурятский ЦГМС» продолжить наблюдения за состоянием гидробионтов в воде и донных отложениях реки в том же объеме.

- дополнить систему гидробиологических наблюдений на р. Селенга определением микробиологических показателей (общей численности, биомассы микроорганизмов, фенол-, углеводородокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий), как наиболее отзывчивых на антропогенное загрязнение. Это позволит более детально охарактеризовать степень загрязнения реки;

- для получения пространственно-временной характеристики и динамики изменения гидробиологического состояния воды на протяжении всей длины реки Селенга рассмотреть вопрос о возможности организации специалистами Монголии аналогичных гидробиологических наблюдений (численности, биомассы и видового состава фито-, зоопланктона, зообентоса) и микробиологических характеристик (общей численности, биомассы микроорганизмов, фенол-, углеводородокисляющих и сульфатредуцирующих бактерий) на участке реки, расположенном в МНР, в период с мая по сентябрь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2010 году». – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2012. 409 с.
- 2 РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону, 2011. 103 с.
- 3 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2001 г. - С-Пб: Гидрометеиздат, 2003. - 423 с.
- 4 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2002 г. – С-Пб: Гидрометеиздат, 2004. - 427 с.
- 5 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2003 г.- С-Пб: Гидрометеиздат, 2005. - 425 с.
- 6 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2004 г. - С-Пб: Гидрометеиздат, 2006. - 452 с.
- 7 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2005 г.- Нижний Новгород: Изд-во «Вектор-ТиС», 2007. - 462 с.
- 8 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2006 г.- Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2008. - 492 с.
- 9 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2007 г.- Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2009. - 509 с.
- 10 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2008 г. – Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2009. - 571 с.
- 11 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2009 г.– Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2010. - 501 с.
- 12 Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации за 2010 г. – Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2012. - 571 с.
- 13 Гидрологический режим рек бассейна р. Селенга и методы его расчета. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 235 с.
- 14 Гидрохимический атлас СССР – Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. Москва, 1990. - 110 с.
- 15 РД 52.24.508 – 96 Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши. – М.: 1999. С. 44.
- 16 Дельта реки Селенги – естественный биофильтр и индикатор состояния озера Байкал. (Под ред. чл.-корр. РАН А.К. Тулохонова и д. г.-м. н. А.М. Плюсины). - Новосибирск, изд. СО РАН, 2008. - 309 с.

- 17 Коренева В.И., Коновалов Г.С. Изменение стока микроэлементов с речных водосборов в моря / Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. Под ред. д-ра геогр. наук А.А. Зенина и д-ра геол.-мин наук А.М. Никанорова. – Л.: Гидрометеоздат, 1987, с.159-170.
- 18 Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 444 с.
- 19 ГН 2.1.5.1315-03 Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003.
- 20 Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. – Л.: Гидрометеоздат, 1967. – 199 с.
- 21 Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2009 году». – Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд», 2011. 421 с.
- 22 Жамьянов Д.Ц.-Д. Экономико-географическое обоснование совершенствования водопользования в бассейне трансграничной реки Селенги. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Улан-Удэ, 2010. – 17 с.
- 23 Ресурсы поверхностных вод СССР.- Л.: Гидрометеоздат, 1973. –т.16. вып.3. – 400 с.
- 24 Синюкович В.Н., Жарикова Н.Г., Жариков В.Д. Сток реки Селенги в ее дельте//География и природные ресурсы. 2004. - №3. – с. 64-69.
- 25 Жамьянов Д.Ц.-Д. Рациональное использование водных ресурсов бассейна реки Селенги как фактор устойчивого развития Республики Бурятия//Приоритеты и особенности развития Байкальского региона: материалы III междунар. науч.-практич. конф., посвященной году планеты Земля и 85-летию Республики Бурятия, 31 июля-3 августа 2008 г., г. Улан-Удэ. Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. – с. 145-147.
- 26 Обзор состояния работы сети наблюдений за загрязненностью поверхностных вод суши Российской Федерации (по гидрохимическим показателям) в 2011 г.- Ростов-н/Д: Изд-во «Вираж», 2012. - 191 с.
- 27 Жамьянов Д.Ц.-Д. Эколого-географическая оценка водных ресурсов приграничных районов бассейна р. Селенга//Трансграничные аспекты использования природно-ресурсного потенциала бассейна р. Селенга в новой социально-экономической и геополитической ситуации: материалы междунар. науч. конф. г. Улан-Удэ, 26-28 июня 2006 г. – Улан-Удэ: ГУЗ РЦМП МЗ РБ, 2006. – с. 66-69.
- 28 Ежегодник качества поверхностных вод на территории деятельности Забайкальского УГМС за 2011 г., г. Чита, 2012 г.
- 29 Башенхаева Н.В., Синюкович В.Н., Сороковикова Л.М., Ходжер Т.В. Органическое вещество в воде реки Селенга//География и природные ресурсы. -2006. №1.

- 30 Уфимцева К.А. Характеристика почвенных районов бассейна реки Селенги//Материалы по изучению производительных сил Бурят-Могольской АССР. – Улан-Удэ: Кн.изд-во., -1955. – Вып. 2.
- 31 Вотинцев К.К. Первичная продукция фитопланктона реки Селенга и ее роль в процессах самоочищения//Водные ресурсы. -1985. -4.
- 32 Вотинцев К.К., Глазунов И.В., Толмачева А.П. Гидрохимия рек оз. Байкал. – М.: Наука, 1965.
- 33 Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах (водный гумус) // Труды ГОИН. -1950. –Вып.17 (29).
- 34 Сороковикова Л.М., Синюкович В.Н., Дрюккер В.В. и др. Экологические особенности реки Селенга в условиях наводнений//География и природные ресурсы. – 1965. - №4.
- 35 Скопинцев Б.А., Гончарова И.А. Использование значений отношений различных показателей органического вещества природных вод для его качественной оценки//Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. –Л.: Гидрометеиздат, 1981.
- 36 «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного значения, введенные в действие Приказом №20 от 18 января 2010 г., подписанные руководителем Федерального Агентства по рыболовству А.А. Крайниным
<http://fish.gov.ru/lawbase/DocLib/Изданные%20нормативноправовые%20акты.aspx>).
- 37 РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. - Спб.: Гидрометеиздат, 2002.- 49 с.
- 38 Максимова М.П., Елецкий Б.Д., Метретьева М.П. Круговорот органического вещества и биогенных элементов в водоемах и водотоках дельты Волги//V Всесоюзное лимнологическое совещание. «Круговорот вещества и энергии в водоемах». Иркутск, 1981. ч.5 с. 93-95.
- 39 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений под ред. Абакумова В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.
- 40 Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем под ред. Абакумова В.А. . – С-П.: Гидрометеиздат, 1992. - 317 с.
- 41 Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Изд-во «Наука», Л. 1974. - 193 с.
- 42 Вербина Н.М. Гидромикробиология. Изд-во «Пищ. пром.», 1980. 190 с.
- 43 РД 52.24.268-86 Методические указания. Система контроля качества результатов измерений показателей загрязнённости контролируемой среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 29 с.
- 44 РД 52.24.509-95 Методические указания. Порядок проведения работ по контролю качества гидрохимической информации. - М.: Гидрометеиздат, 1999. - 55 с.

45 РМГ 76-2004 ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. – М.: Стандартиформ, 2006. - 81 с.

46 РД 52.24.509-2005 Внутренний контроль качества гидрохимической информации. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. - 38 с.

47 ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.-М.: ИПК Издательство стандартов,1999.- 36 с.

48 РМГ 61-2003 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.- 41 с.

49 ГОСТ 8.563-2009 ГСИ. Методики (методы) выполнения измерений М.: Стандартиформ, 2010. -16 с.

50 ГОСТ Р ИСО 5725-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Части 1-6. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.

51 ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000 Государственный стандарт Российской Федерации. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

52 Р 50.4.006-2002 Межлабораторные сравнительные испытания при аккредитации и инспекционном контроле испытательных лабораторий. Методика и порядок проведения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.-18 с.

53 ГОСТ ИСО/МЭК 43-1-2004 Проверка лабораторий на качество проведения испытаний посредством межлабораторных сличений. Часть 1 Разработка и реализация программ проверки на качество проведения испытаний

54 ГОСТ ИСО/МЭК 43-2-2004 Проверка лабораторий на качество проведения испытаний посредством межлабораторных сличений. Часть 2 Выбор и применение органами по аккредитации лабораторий программ проверок на качество проведения испытаний.

55 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть I / Под ред. Л.В. Боевой. – Ростов-на-Дону «НОК» - 2009. – 1044 с.

56 РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды. СПб: Гидрометеоиздат, 1996-97 с изм. № 2 ОРН-031-2009. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2009. – 118 с.

57 Разработка проекта технической модернизации подсистемы мониторинга состояния и загрязнения поверхностных водных объектов Байкальской природной территории. / Отчет ГУ «ГХИ» по договору № 62-11/373/2011 от 05.10.2011. Ростов-на-Дону. 25.10.2011. 122 с.

58 ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков

59 Р 52.24.353-2012 Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Ростов-на-Дону. Изд-во «Вираж». 2012. – 40 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СОГЛАСОВАНО
Руководитель организации МНР

СОГЛАСОВАНО
Директор ФГБУ «ГХИ»

_____ А.М. Никаноров
« » _____ 2012 г.

ПРОГРАММА межлабораторных сравнительных испытаний по измерению концентраций показателей состава воды

Наименование программы:

Дата реализации программы:

Наименование организации, адрес: ФГБУ «Гидрохимический институт», 344090, пр.Стачки 198, г. Ростов-на-Дону, Россия.

Ф.И.О., должность координатора программы от России: Назарова Адэлла Андреевна, зав.лабораторией стандартизации и метрологии, главный метролог

Наименование организации, адрес: Монголия

Ф.И.О., должность координатора программы от Монголии:

Наименование организации, ответственной за подготовку образцов: ФГБУ «ГХИ»

Цель проведения МСИ: оценка технической компетентности лабораторий

Объект испытаний: объектом испытаний являются шифрованные контрольные пробы, содержащие заданное значение проверяемых показателей.

Наименование объекта испытаний, шифр пробы	Наименование определяемого показателя [×]	Шифр и наименование используемой методики измерений
	медь	
	Цинк	
	свинец	
	марганец	
	ртуть	
	ХПК	

[×]- показатели уточняются при согласовании программы

Наименование организаций, участвующих в МСИ:

1 от России – Улан-Удэнская ЛМЗВ, 670034 Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 2а;
2.от Монголии -

Порядок получения и транспортировки образцов: контрольные пробы готовят в ФГБУ «ГХИ» на основе государственных стандартных образцов (ГСО), транспортируют почтой с учётом требований методики

Порядок и условия проведения МСИ: каждая лаборатория-участник выполняет по 2 независимых измерения каждого образца, полученного по прописи, прилагаемой к пробе.

Представление результатов МСИ: Результаты оформляют протокол КХА по форме, приведённой в Руководстве по качеству лаборатории

Оформление результатов МСИ: результаты оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 43-1-2004

Координатор программы от России

А.А. Назарова

Координатор программы от Монголии

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ФОРМА ПРОТОКОЛА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт»
(наименование организации)

**Центр научно-методического обеспечения Государственной службы наблюдений
за состоянием окружающей среды**

Аттестат аккредитации № Росс.RU.0001.513497 от « 25» января 2011 г.

344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198 , 222-44-70, 222-66-68

Протокол количественного химического анализа № _____

Заказчик _____
(наименование и адрес)

Описание проб _____

Место отбора проб и № акта отбора _____

Дата получения проб _____

Дата анализа проб _____

Метод анализа (шифр методики или описание методики) _____

Процедура пробоподготовки _____

Результаты анализа смотри на обороте

Руководитель,
(зам. руководителя Центра) _____ (Фамилия, И.О.)

Дата _____

МП

Оборотная сторона протокола

РЕЗУЛЬТАТЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Шифр пробы	Определяемое вещество	Единицы измерения	Измеренная массовая концентрация вещества	Погрешность измерения

Исполнитель анализа _____ (Фамилия, И.О.)

Заведующий лабораторией _____ (Фамилия, И.О.)