

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

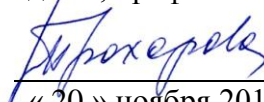
**Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
(ФГУП РосНИИВХ)**

УДК
№ гос. регистрации
Инв.№

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП РосНИИВХ,

д.э.н., проф.



« 20 » ноября 2012 г.



ОТЧЕТ

о выполнении работ для государственных нужд

Доработка проекта СКИОВО по бассейну реки Амур

Государственный контракт № 15 от 26 июня 2012 г.

**Книга 2. Оценка экологического состояния и ключевые проблемы
бассейна р. Амур**

**Книга 2.7 Оценка экологического состояния и ключевые проблемы
бассейна р. Уссури**

Зам. директора по НИР, к.т.н.



Е.А. Поздина

Ответственный исполнитель
Директор Дальневосточного филиала
ФГУП РосНИИВХ, д.г.н.



Н.Н. Бортин

Екатеринбург 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	3
1	КЛАССИФИКАЦИЯ И КАТЕГОРИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	4
1.1	Классификация и категорирование водных объектов по физико-географическим, режимным и морфометрическим особенностям	4
1.1.1	Водотоки	4
1.1.2	Водоемы	25
1.2	Распределение водных объектов по категориям, соответствующим степени их антропогенной измененности	26
2	ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	31
3	ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ	48
4	ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ	51
5	ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ НЕГАТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОД	53
5.1	Наводнения	53
5.2	Русловые процессы	57
6	ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНОГО БАССЕЙНА	66
7	КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИИ	69
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

ВВЕДЕНИЕ

В данной книге помещены результаты, полученные в ходе работы по определению классов и категорий водных объектов российской части бассейна р. Уссури. Классификация и категорирование проводились на основе анализа и обобщения фондовых материалов, справочной литературы, данных государственной сети наблюдений и Амурского БВУ с учетом следующих характеристик водотоков (водоемов):

- географические, режимные и морфометрические особенности;
- степень антропогенной измененности.

Так же здесь дана (осуществленная с использованием выше указанных источников информации) оценка:

- экологического состояния основных водотоков, относящихся к рассматриваемой территории;
- масштабов хозяйственного освоения рассматриваемой территории;
- обеспеченности населения и экономики водными ресурсами;
- подверженности населения и хозяйственной инфраструктуры, расположенной на рассматриваемой территории, негативному воздействию вод;
- экологического состояния исследуемого участка.

Полученные результаты позволили определить перечень ключевых проблем, имеющих место на рассматриваемой территории и подлежащих решению в рамках реализации СКИОВО.

1 КЛАССИФИКАЦИЯ И КАТЕГОРИРОВАНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1.1 Классификация и категорирование водных объектов по физико-географическим, режимным и морфометрическим особенностям

Классификация и категорирование водных объектов по физико-географическим, режимным и морфометрическим особенностям осуществлялись на основе [1] с использованием данных [1, 2]. Данная информация позволила провести (в полном объёме) категорирование и установить классы для 20 водных объектов в 29 створах и одного озера (табл. 1.1 – 1.6, 1.12–1.15).

1.1.1 Водотоки

Проведенная работа показала, что в пределах бассейна Уссури для различных створов водотоков характерны следующие классы водных объектов – II Б, III Б и III А (табл. 1.5). Все рассматриваемые реки расположены в зоне избыточного и переменного увлажнения в летне-осенний период. По типу действия водотока, большинство рек относится к категории «постоянный» и только два водотока в 3 створах временные – это р. Абрамовка у с. Абрамовка и р. Комиссаровка в створах пос. Дворянка и с. Ильинка (соответствуют классу III А) (табл. 1.1).

Для створов рек, относящихся к классу II подклассу Б маловодная фаза характеризуется длительной и устойчивой продолжительностью. Продолжительность ледостава для большей части рек данного класса соответствует категории средняя и лишь на р. Хор в створе пос. Среднехорский период ледостава длительный. Скорости течения (в период низкого стока) для всех рек класса II Б соответствуют категории «средняя», а температуры воды для этих рек – «низкая». Амплитуда колебаний уровня воды в этот период относится к категориям «средняя» и «большая» (табл. 1.3). Площади водосбора в створах водотоков, соответствующих классу II Б, как и средне многолетние расходы в период низкого стока относятся к категориям «средняя» и «малая» (табл. 1.4).

Реки отнесенные к классу III Б по характеру маловодной фазы соответствуют длительному и устойчивому периоду низкого стока со средней продолжительностью ледостава (табл. 1.2). Скорости течения в этих створах соответствуют категории «средняя», колебания уровня «малая» при низкой температуре воды (табл. 1.3).

Площади водосборов данных водотоков в рассматриваемых створах относятся к категории «малая», а среднегодовое расхождение воды в период низкого стока к категории «очень малая» (табл. 1.4).

Для створов, в которых реки могут быть отнесены к III А классу продолжительность периода низкого стока длительная с устойчивым характером этого периода. Для большинства водотоков этого класса продолжительность ледостава соответствует категории «средняя», однако для двух водных объектов данная характеристика относится к категории «длительная». Кроме того, еще для 2 водотоков в 3 створах этого класса наблюдается период отсутствия стока и характеризуется длительной продолжительностью этого явления (табл. 1.2). Скорости течения за период низкого стока для большинства водных объектов III А класса соответствует категории «средняя», исключение составляют р. Подхорёнок и р. Кия, в створах которых скорости течения относятся к категории «малая». Амплитуды колебания уровня для водотоков данного класса соответствуют категориям «средняя» и «большая». Все без исключения водотоки по температуре воды характерны категории «низкая» (табл. 1.3). Площади водосборов этих рек относятся к категории «малая», а среднегодовое расхождение воды за период низкого стока к категориям «малая» и «очень малая» (табл. 1.4).

По результатам выполненного категорирования водотоков можно сказать, что в бассейне р. Уссури достаточно часто встречаются водные объекты класса III А с неблагоприятными условиями формирования количества воды. При этом, имеются водотоки III класса с благоприятными условиями формирования стока. К таким водотокам относятся реки Извилинка у пос. Извилинка и Арсеньевка в створе пос. Виногодовка.

Водотоки различных классов отличаются разрядами, установленными по сочетанию категорий в части характеристик гидрологического режима в период низкого стока. Также имеются различия по площади водосбора и водности (табл. 1.5). Так амплитуды колебания уровня в период межени – «средняя» и «большая» (класс III А), «малая» для класса III Б, «средняя» и большая (класс II Б). Следовательно можно предположить, что в водотоки класса III Б в период низкого стока подписы-

ваются подземными водами, что обеспечивает снижение колебаний уровня и улучшает условия формирования стока.

Для створов рек, отнесенных к классу II Б площади водосбора относятся к категории «средняя» и «малая», а расходы воды – «средняя». Водотоки класса III А имеют малые площади водосбора и очень малые расходы воды – это говорит о наиболее неблагоприятных условиях формирования количества водных ресурсов.

Условия формирования химического состава природных вод влияют две группы факторов [4]:

- прямые факторы, непосредственно воздействующие на воду (т.е. действие веществ, которые могут обогащать воду растворенными соединениями или выделять их из неё): состав пород, живые организмы, хозяйственная деятельность;
- косвенные факторы, определяющие условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность, гидрогеологические и гидродинамические условия и т.д.

Поэтому кроме количественной оценки результаты классификации и категорирования водотоков позволяют провести общую оценку влияния ряда косвенных факторов на условия формирования качества вод, в частности, характеристик, отражающих природные особенности водного объекта.

Все рассматриваемые водные объекты бассейна Уссури находятся в зоне избыточного и переменного увлажнения в летне-осенний период, а это значит, что водотоки (в это время) имеют повышенную водность, за счет чего создаются благоприятные условия формирования стока и соответственно улучшаются условия качества вод.

Значит можно предположить, что наихудшие условия формирования качества воды создаются в холодный период, тем более что некоторые из водотоков по характеру действия относятся к категории «временный». Данное предположение подтверждается характеристиками маловодной фазы и гидрологического режима (табл. 1.8 – 1.9). При длительном и устойчивом периоде низкого стока в сочетании длительной и средней продолжительностью ледостава, ухудшается кислородный режим

в водоемах. При малых и средних (приближающихся к малым) скоростях течения (в период зимней межени) наблюдается снижение процессов самоочищения водотоков из-за уменьшения интенсивности смешения вод. Большие и средние уровни колебания в рассматриваемый период говорят о значительном уменьшении площади живого сечения реки, что приводит к сокращению пропускной способности и вследствие чего ухудшению процессов самоочищения водотоков. Еще одним фактором, от которого зависит качество воды, является водность реки (характеризуется среднегодовым расходом воды в период межени). Чем выше водность водотока, тем меньше загрязняющие вещества разбавляются и, соответственно, концентрация этих веществ сокращается.

Из таблицы 1.10 видно, что водотоки класса III А и III Б имеют «малый» и «очень малый» среднегодовой расход за период низкого стока, что говорит о меньшей водности данных водотоков. Наибольшая водность в период межени наблюдается на реках II Б класса. Соответственно, можно предположить, что наихудшие условия формирования качества воды отмечаются для рек, соответствующих III классу.

В результате проведения категорирования водных объектов можно сделать вывод – на территории бассейна реки Уссури могут возникать проблемы с количеством и качеством ресурсов поверхностных вод для водотоков с площадями водосборов от 200 до 20000 км², а также среднесреднегодовыми расходами воды категорий «малая» - от 2 до 5 м³/с и «очень малая» - до 2 м³/с включительно. Кроме того, можно предположить, что проблемы с качеством воды могут возникать и на прочих водотоках бассейна в период зимней межени.

Таблица 1.1 – Классификация водотоков по физико-географическим признакам

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблю- дений	Характер увлажнения географической зоны	Индекс	Сезон года	Индекс	Характер действия водотока	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Уссури								
1.1	с. Верхняя Бреевка	Избыточное и пере- менное увлажнение	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
1.2	с. Новомихайловка	То же	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
1.3	с. Кокшаровка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
1.4	пгт. Кировский	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
2	Извилинка								
2.1	пос. Извилинка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
3	Павловка								
3.1	с. Антоновка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
3.2	с. Уборка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
4	Журавлевка								
4.1	пос. Журавлевка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
5	Арсеньевка								
5.1	пос. Виноградовка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
5.2	с. Анучино	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
5.3	с. Яковлевка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
6	Илистая								
6.1	с. Ивановка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
6.2	с. Халкидон	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
7	Абрамовка								
7.1	с. Абрамовка	-“-	2	Летне-осенний	2	Временный	3	7	2
8	Комиссаровка								
8.1	пос. Дворянка	-“-	2	Летне-осенний	2	Временный	3	7	2
8.2	с. Ильинка	-“-	2	Летне-осенний	2	Временный	3	7	2
9	Большая Уссурка								
9.1	пос. Вагутон	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
10	Дальняя								
10.1	пос. Глубинное	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
11	Маревка								
11.1	пос. Покровка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
12	Малиновка								
12.1	с. Ракитное	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
13	Ореховка								
13.1	пос. Ясная Поляна	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
14	Бикин (Бики)								
14.1	ст. Звеньевой	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
15	Светловодная								
15.1	пос. Охотничий	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
16	Подхорёнок								
16.1	пос. Дормидонтовка	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
17	Хор								
17.1	пос. Среднехорский	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
17.2	пгт. Хор	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
18	Сукпай								
18.1	м-ст. Сукпай	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
19	Матай								
19.1	м-ст. Матай	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2
20	Кия								
21.1	с. Марусино	-“-	2	Летне-осенний	2	Постоянный	1	5	2

Таблица 1.2 – Классификация водотоков по характеру маловодной фазы

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблюдений	Продолжительность периода низкого стока (категория)	Индекс	Характер периода низкого стока (категория)	Индекс	Продолжительность ледостава (категория)	Индекс	Продолжительность периода отсутствия стока (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Уссури										
1.1	с. Верхняя Бреевка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
1.2	с. Новомихайловка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
1.3	с. Кокшаровка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
1.4	пгт. Кировский	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
2	Извилинка										
2.1	пос. Извилинка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
3	Павловка										
3.1	с. Антоновка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
3.2	с. Уборка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
4	Журавлевка										
4.1	пос. Журавлевка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
5	Арсеньевка										
5.1	пос. Виноградовка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
5.2	с. Анучино	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
5.3	с. Яковлевка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
6	Илистая										
6.1	с. Ивановка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
6.2	с. Халкидон	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
7	Абрамовка										
7.1	с. Абрамовка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	длительная	1	5	1
8	Комиссаровка										
8.1	пос. Дворянка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	длительная	1	5	1
8.2	с. Ильинка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	длительная	1	5	1
9	Большая Уссурка										
9.1	пос. Вагутон	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
10	Дальняя										
10.1	пос. Глубинное	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
11	Маревка										
11.1	пос. Покровка	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
12	Малиновка										
12.1	с. Ракитное	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
13	Ореховка										
13.1	пос. Ясная Поляна	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
14	Бикин (Бики)										
14.1	ст. Звеньевой	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
15	Светловодная										
15.1	пос. Охотничий	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
16	Подхорёнок										
16.1	пос. Дормидонтовка	длительная	1	устойчивая	1	длительная	1	-	0	3	1
17	Хор										
17.1	пос. Среднехорский	длительная	1	устойчивая	1	длительная	1	-	0	3	1
17.2	пгт. Хор	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
18	Сукпай										
18.1	м-ст. Сукпай	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
19	Матай										
19.1	м-ст. Матай	длительная	1	устойчивая	1	средняя	2	-	0	4	1
20	Кня										
20.1	с. Марусино	длительная	1	устойчивая	1	длительная	1	-	0	3	1

Таблица 1.3 – Классификация водотоков по гидрологическому режиму

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблюдений	Скорость течения (категория)	Индекс	Колебания уровня (категория)	Индекс	Температура воды (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Уссури								
1.1	с. Верхняя Бреевка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
1.2	с. Новомихайловка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
1.3	с. Кокшаровка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
1.4	пгт. Кировский	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
2	Извилинка								
2.1	пос. Извилинка	средняя	2	малая	3	низкая	3	8	3
3	Павловка								
3.1	с. Антоновка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
3.2	с. Уборка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
4	Журавлевка								
4.1	пос. Журавлевка	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
5	Арсеньевка								
5.1	пос. Виноградовка	средняя	2	малая	3	низкая	3	8	3
5.2	с. Анучино	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
5.3	с. Яковлевка	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
6	Илистая								
6.1	с. Ивановка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
6.2	с. Халкидон	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
7	Абрамовка								
7.1	с. Абрамовка	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
8	Комиссаровка								
8.1	пос. Дворянка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
8.2	с. Ильинка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
9	Большая Уссурка								
9.1	пос. Вагутон	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
10	Дальняя								
10.1	пос. Глубинное	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
11	Маревка								
11.1	пос. Покровка	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
12	Малиновка								
12.1	с. Ракитное	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
13	Ореховка								
13.1	пос. Ясная Поляна	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
14	Бикин (Бики)								
14.1	ст. Звеньевой	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
15	Светловодная								
15.1	пос. Охотничий	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
16	Подхорёнок								
16.1	пос. Дормидонтовка	малая	1	средняя	2	низкая	3	6	2
17	Хор								
17.1	пос. Среднехорский	средняя	2	большая	1	низкая	3	6	2
17.2	пгт. Хор	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
18	Сукпай								
18.1	м-ст. Сукпай	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
19	Матай								
19.1	м-ст. Матай	средняя	2	средняя	2	низкая	3	7	2
20	Кня								
20.1	с. Марусино	малая	1	средняя	2	низкая	3	6	2

Таблица 1.4 – Классификация водотоков по разряду и водности

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблюдений	Площадь водосбора (категория)	Индекс	Расход воды (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Уссури						
1.1	с. Верхняя Бреевка	малая	3	очень малая	4	7	6
1.2	с. Новомихайловка	малая	3	малая	3	6	6
1.3	с. Кокшаровка	малая	3	средняя	2	5	4
1.4	пгт. Кировский	средняя	2	средняя	2	4	4
2	Извилинка						
2.1	пос. Извилинка	малая	3	очень малая	4	7	6
3	Павловка						
3.1	с. Антоновка	малая	3	очень малая	4	7	6
3.2	с. Уборка	малая	3	малая	3	6	6
4	Журавлевка						
4.1	пос. Журавлевка	малая	3	очень малая	4	7	6
5	Арсеньевка						
5.1	пос. Виноградовка	малая	3	очень малая	4	7	6
5.2	с. Анучино	малая	3	очень малая	4	7	6
5.3	с. Яковлевка	малая	3	малая	3	6	6
6	Илистая						
6.1	с. Ивановка	малая	3	очень малая	4	7	6
6.2	с. Халкидон	малая	3	малая	3	6	6
7	Абрамовка						
7.1	с. Абрамовка	малая	3	очень малая	4	7	6
8	Комиссаровка						
8.1	пос. Дворянка	малая	3	очень малая	4	7	6
8.2	с. Ильинка	малая	3	очень малая	4	7	6
9	Большая Уссурка						
9.1	пос. Вагутон	средняя	2	средняя	2	4	4
10	Дальняя						
10.1	пос. Глубинное	малая	3	средняя	2	5	4
11	Маревка						
11.1	пос. Покровка	малая	3	очень малая	4	7	6
12	Малиновка						
12.1	с. Ракитное	малая	3	малая	3	6	6
13	Ореховка						
13.1	пос. Ясная Поляна	малая	3	очень малая	4	7	6
14	Бикин (Бики)						
14.1	ст. Звеньевой	средняя	2	средняя	2	4	4
15	Светловодная						
15.1	пос. Охотничий	малая	3	очень малая	4	7	6
16	Подхорёнок						
16.1	пос. Дормидонтовка	малая	3	очень малая	4	7	6
17	Хор						
17.1	пос. Среднехорский	малая	3	средняя	2	5	4
17.2	пгт. Хор	средняя	2	средняя	2	4	4
18	Сукпай						
18.1	м-ст. Сукпай	малая	3	малая	3	6	6
19	Матай						
19.1	м-ст. Матай	малая	3	очень малая	4	7	6
20	Кня						
20.1	с. Марусино	малая	3	очень малая	4	7	6

Таблица 1.5 – Классы водотоков

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблюдений	Классификация по физико-географическим признакам (разряд)	Классификация по характеру маловодной фазы (разряд)	Классификация по гидрологическому режиму (разряд)	Классификация по разряду и водности (разряд)	Сумма разрядов	Класс	Подкласс
1	Уссури							
1.1	с. Верхняя Бреевка	2	1	2	6	11	III	A
1.2	с. Новомихайловка	2	1	2	6	11	III	A
1.3	с. Кокшаровка	2	1	2	4	9	II	B
1.4	пгт. Кировский	2	1	2	4	9	II	B
2	Извилинка							
2.1	пос. Извилинка	2	1	3	6	12	III	B
3	Павловка							
3.1	с. Антоновка	2	1	2	6	11	III	A
3.2	с. Уборка	2	1	2	6	11	III	A
4	Журавлевка							
4.1	пос. Журавлевка	2	1	2	6	11	III	A
5	Арсеньевка							
5.1	пос. Виноградовка	2	1	3	6	12	III	B
5.2	с. Анучино	2	1	2	6	11	III	A
5.3	с. Яковлевка	2	1	2	6	11	III	A
6	Илистая							
6.1	с. Ивановка	2	1	2	6	11	III	A
6.2	с. Халкидон	2	1	2	6	11	III	A
7	Абрамовка							
7.1	с. Абрамовка	2	1	2	6	11	III	A
8	Комиссаровка							
8.1	пос. Дворянка	2	1	2	6	11	III	A
8.2	с. Ильинка	2	1	2	6	11	III	A
9	Большая Уссурка							
9.1	пос. Вагутон	2	1	2	4	9	II	B
10	Дальняя							
10.1	пос. Глубинное	2	1	2	4	9	II	B
11	Маревка							
11.1	пос. Покровка	2	1	2	6	11	III	A
12	Малиновка							
12.1	с. Ракитное	2	1	2	6	11	III	A
13	Ореховка							
13.1	пос. Ясная Поляна	2	1	2	6	11	III	A
14	Бикин (Бики)							
14.1	ст. Звеньевой	2	1	2	4	9	II	B
15	Светловодная							
53.1	пос. Охотничий	2	1	2	6	11	III	A
16	Подхорёнок							
16.1	пос. Дормидонтовка	2	1	2	6	11	III	A
17	Хор							
17.1	пос. Среднехорский	2	1	2	4	9	II	B
17.2	пгт. Хор	2	1	2	4	9	II	B
18	Сукпай							
18.1	м-ст. Сукпай	2	1	2	6	11	III	A
19	Матай							
19.1	м-ст. Матай	2	1	2	6	11	III	A
20	Кня							
20.1	с. Марусино	2	1	2	6	11	III	A

Таблица 1.6 – Систематизация водотоков по классам, подклассам и категориям

№ п/п	Наименование водного объекта и пункта наблюдений	Характеристики климатических условий формирования стока и периода действия водотока			Характеристики маловодной фазы, в которой существуют наихудшие условия для формирования количества воды				Характеристики гидрологического режима в период низкого стока			Характеристики размеров и водности водотока		К л а с с	П о д к л а с с
		Характер увлажнения географической зоны	Сезон года	Характер действия водотока	Продолжительность периода низкого стока (категория)	Характер периода низкого стока (категория)	Продолжительность ледостава (категория)	Продолжительность периода отсутствия стока (категория)	Скорость течения (категория)	Колебания уровня (категория)	Температура воды (категория)	Площадь водосбора (категория)	Расход воды (категория)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Уссури														
1.1	с. Кокшаровка	Избыточное и временное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	средняя	П	Б
1.2	пгт. Кировский	Избыточное и временное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	средняя	средняя	П	Б

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Большая Уссурка														
2.1	пос. Вагутон	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	средняя	средняя	II	Б
3	Дальняя														
3.1	пос. Глубинное	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	средняя	II	Б
4	Бикин														
4.1	ст. Звеньевой	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	средняя	средняя	II	Б

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	Хор														
5.1	пос. Среднехорский	Избыточное и пере- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	длительная	-	средняя	большая	низкая	малая	средняя	II	Б
5.2	пгт. Хор	Избыточное и пере- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	средняя	средняя	II	Б
6	Уссури														
6.1	с. Верхняя Бреевка	Избыточное и пере- ременное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	III	А
6.2	с. Новомихайловка	Избыточное и пере- ременное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	малая	III	А

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	Извилинка														
7.1	пос. Извилинка	Избыточное и пере- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	малая	низкая	малая	очень малая	Ш	Б
8	Павловка														
8.1	с. Антоновка	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
8.2	с. Уборка	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	малая	Ш	А
9	Журавлевка														
9.1	пос. Журавлевка	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	малая	очень малая	Ш	А

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10	Арсеньевка														
10.1	пос. Виноградовка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	малая	низкая	малая	очень малая	Ш	Б
10.2	с. Анучино	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
10.3	с. Яковлевка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	малая	малая	Ш	А
11	Илистая														
11.1	с. Ивановка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
11.2	с. Халкидон	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	малая	малая	Ш	А

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12	Абрамовка														
12.1	с. Абрамовка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	временный	длительная	устойчивая	средняя	длительная	средняя	большая	низкая	малая	очень малая	Ш	А
13	Комиссаровка														
13.1	пос. Дворянка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	временный	длительная	устойчивая	средняя	длительная	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
13.2	с. Ильинка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	временный	длительная	устойчивая	средняя	длительная	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
14	Маревка														
14.1	пос. Покровка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	Малиновка														
15.1	с. Ракитное	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	большая	низкая	малая	малая	Ш	А
16	Ореховка														
16.1	пос. Ясная Поляна	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
17	Светловодная														
17.1	пос. Охотничий	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
18	Подхорёнок														
18.1	пос. Дормидонтовка	Избыточное и переменное увлажнение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	длительная	-	малая	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
19	Сукпай														
19.1	м-ст. Сукпай	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	малая	Ш	А
20	Матай														
20.1	м-ст. Матай	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	средняя	-	средняя	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А
21	Кия														
21.1	с. Марусино	Избыточное и пе- ременное увлаж- нение	Летне-осенний	постоянный	длительная	устойчивая	длительная	-	малая	средняя	низкая	малая	очень малая	Ш	А

Таблица 1.7 – Обобщение характеристик классифицированных водотоков – физико-географические признаки

Класс и подкласс водотока	Общее количество рассматриваемых створов	Характер увлажнения географической зоны		Сезон года		Характер действия водотока	
		недостаточное увлажнение	избыточное и переменное увлажнение	зимне-весенний	летне-осенний	постоянный	временный
II Б	7	-	7	-	7	7	-
Верхнее течение	1	-	1	-	1	1	-
Среднее течение	2	-	2	-	2	2	-
Нижнее течение	4	-	4	-	4	4	-
III А	20	-	20	-	20	17	3
Верхнее течение	2	-	2	-	2	2	-
Среднее течение	9	-	9	-	9	7	2
Нижнее течение	9	-	9	-	9	8	1
III Б	2	-	2	-	2	2	-
Верхнее течение	1	-	1	-	1	1	-
Среднее течение	-	-	-	-	-	-	-
Нижнее течение	1	-	1	-	1	1	-
Итого	29	-	29	-	29	26	3

Таблица 1.8 – Обобщение характеристик классифицированных водотоков – характер маловодной фазы

Класс и подкласс водотока	Общее количество створов	Продолжительность периода низкого стока (категория)		Характер периода низкого стока (категория)		Продолжительность ледостава (категория)			Продолжительность периода отсутствия стока (категория)		
		длительная (свыше 2 мес.)	короткая (до 2 мес.)	устойчивая	прерывистая	длительная (свыше 5 мес.)	средняя (от 2 до 5 мес.)	короткая (до 2 мес.)	длительная (свыше 1 мес.)	-	короткая (до 1 мес.)
II Б	7	7	-	7	-	1	6	-	-	7	-
Верхнее течение	1	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Среднее течение	2	2	-	2	-	1	1	-	-	2	-
Нижнее течение	4	4	-	4	-	-	4	-	-	4	-
III А	20	20	-	20	-	2	18	-	3	17	-
Верхнее течение	2	2	-	2	-	-	2	-	-	2	-
Среднее течение	9	9	-	9	-	1	8	-	2	7	-
Нижнее течение	9	9	-	9	-	1	8	-	1	8	-
III Б	2	2	-	2	-	-	2	-	-	2	-
Верхнее течение	1	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Среднее течение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нижнее течение	1	1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Итого	29	29	-	29	-	3	26	-	3	26	-

Таблица 1.9 – Обобщение характеристик классифицированных водотоков – гидрологический режим

Класс и подкласс водотока	Общее количество рассматриваемых створов	Скорость течения (категория)			Колебания уровня (категория)			Температура воды (категория)		
		малая (до 0,2 м/с)	средняя (от 0,2 до 1,0 м/с)	большая (свыше 1,0 м/с)	большая (свыше 2,0 м)	средняя (от 1,0 до 2,0 м)	малая (до 1,0 м)	высокая (свыше 15 °С)	средняя (от 10 до 15 °С)	низкая (до 10 °С)
II Б	7	-	7	-	3	4	-	-	-	7
Верхнее течение	1	-	1	-	-	1	-	-	-	1
Среднее течение	2	-	2	-	2	-	-	-	-	2
Нижнее течение	4	-	4	-	1	3	-	-	-	4
III А	20	3	17		4	16				20
Верхнее течение	2		2			2				2
Среднее течение	9	1	8		4	5				9
Нижнее течение	9	2	7			9				9
III Б	2		2				2			2
Верхнее течение	1	-	1	-	-		1			1
Среднее течение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нижнее течение	1	-	1	-	-		1			1
Итого	29	3	26		7	20	2			29

Таблица 1.10 – Обобщение характеристик классифицированных водотоков – разряд и водность

Класс и подкласс водотока	Общее количество рассматриваемых створов	Площадь водосбора (категория)				Расход воды (категория)			
		большая (св. 50000 км ²)	средняя (от 20000 до 50000 км ²)	малая (от 200 до 20000 км ²)	очень малая (до 200 км ² включительно)	большая (св. 100 м ³ /с)	средняя (от 5 до 100 м ³ /с включительно)	малая (от 2 до 5 м ³ /с)	Очень малая (до 2 м ³ /с включительно)
II Б	7	-	4	3	-	-	7	-	-
Верхнее течение	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Среднее течение	2	-	1	1	-	-	2	-	-
Нижнее течение	4	-	3	1	-	-	4	-	-
III А	20	-	-	20	-	-	-	6	14
Верхнее течение	2	-	-	2	-	-	-	1	1
Среднее течение	9	-	-	9	-	-	-	2	7
Нижнее течение	9	-	-	9	-	-	-	3	6
III Б	2	-	-	2	-	-	-	-	2
Верхнее течение	1	-	-	1	-	-	-	-	1
Среднее течение	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нижнее течение	1	-	-	1	-	-	-	-	1
Итого	29	-	4	25	-	-	7	6	16

Таблица 1.11 – Обобщенные показатели, характеризующие различные классы водотоков бассейна р. Усури

Класс	Подкласс	Характеристика по физико-географическим признакам (разряд)	Характеристики маловодной фазы, в которой существуют наихудшие условия для формирования количества воды (разряд)	Характеристики гидрологического режима в период низкого стока (разряд)	Характеристики размеров и водности водотока (разряд)
II	Б	2	1	2	4
III	А	2	1	2	6
III	Б	2	1	3	6

1.1.2 Водоемы

Имеющиеся на сегодняшний день данные, позволяют провести категорирование и классификацию водоема бассейна р. Уссури – озера Ханка.

Озеро Ханка относится к водоёмам II класса подкласса А (табл. 1.12–. 1.15). По площади поверхности и объёму воды водоём соответствует категории «очень большая». Максимальная глубина и амплитуда колебания уровня относятся к категории «малая». Температура воды и продолжительность ледостава соответствуют категории «средняя». Озеро является стратифицированным проточным водоёмом с замедленной вертикальной циркуляцией. Водообмен в водном объекте относится к категории «умеренный».

Подкласс рассматриваемого водоёма указывает на недостаточно благоприятные условия формирования в нем количества воды. Условия для формирования качества вод также неблагоприятны, что является следствием замедления процессов самоочищения в озере за счёт замедленной вертикальной циркуляции и умеренного водообмена при очень большом объёме воды.

Таблица 1.12 - Категорирование водоемов по морфометрическим признакам

№ п/п	Наименование	Площадь поверхности (категория)	Индекс	Объем (категория)	Индекс	Максимальная глубина (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Озеро Ханка	Очень большая	1	Очень большая	1	малая	3	5	6

Таблица 1.13 - Категорирование водоемов по гидрологическому режиму

№ п/п	Наименование	Колебания уровня (категория)	Индекс	Температура воды (категория)	Индекс	Продолжительность ледостава (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Озеро Ханка	малая	5	средняя	2	средняя	2	9	3

Таблица 1.14 - Категорирование водоемов по условиям водообмена

№ п/ п	Наименование	Стратификация	Индекс	Вертикальная циркуляция	Индекс	Характер озера	Индекс	Характер регулирования стока водохранилищем	Индекс	Водообмен (категория)	Индекс	Сумма индексов	Разряд
1	Озеро Ханка	Стратифицированное	1	Замедленная	1	Проточное	3	-	-	Умеренная	2	7	2

Таблица 1.15 - Классы водоемов

№ п/п	Наименование	Сумма разрядов	Класс	Подкласс
1	Озеро Ханка	11	II	A

1.2 Распределение водных объектов по категориям, соответствующим степени их антропогенной изменённости

Распределение водных объектов по категориям, соответствующим степени их антропогенной изменённости, осуществлялось на основе [5,6]. Из указанных материалов следует, что, в зависимости от степени антропогенных изменений, водные объекты могут относиться к следующим категориям:

- естественные;
- искусственные;
- существенно модифицированные.

Искусственный водный объект является объектом, созданным в результате человеческой деятельности. Существенно модифицированный водный объект - это объект свойства, которого были существенно изменены в результате человеческой деятельности. Естественный водный объект - это поверхностный водный объект, не относящийся к категориям – искусственный или существенно модифицированный.

Изложенное в [5] позволяет констатировать, что водный объект может быть обозначен как существенно модифицированный, когда изменения в гидролого-морфологических характеристиках такого объекта, которые были бы необходимы для достижения хорошего (в дальнейшем природного) экологического состояния, имели бы значительное неблагоприятное влияние, в том числе на:

- навигацию;
- рекреацию;
- водозабор и водоотведение;
- производство энергии;
- орошение или осушение;
- защиту от наводнений;
- иную деятельность важную для устойчивого развития территорий.

Учитывая указанное выше, для проведения категорирования основных водных объектов были выделены главные виды деятельности, необходимой для устойчивого развития рассматриваемой территории и связанной с воздействием на водотоки (табл. 1.16).

Таблица 1.16 – Влияние гидролого-морфологических характеристик, которые соответствовали бы природному экологическому состоянию водного объекта, на основные виды деятельности [5,6]

Характеристика	Негативное влияние на вид деятельности:							
	Навигация	Защита от наводнений	Сельское хозяйство (в т.ч. орошение, осушение)	Водозабор	Водоотведение	Производство энергии	Рекреация	Урбанизация
Непрерывность водотока	+	+	+	+		+		
Свободная миграция гидробионтов и перемещение донных отложений	+	+	+	+	+	+	+	
Природные показатели количественных и динамических характеристик стока	+	+	+					+
Природная динамика русловых процессов	+	+	+	+	+			+

Характеристика	Негативное влияние на вид деятельности:							
	Навига-ция	Защита от наводне-ний	Сельское хозяйство (в т.ч. ороше-ние, осу-шение)	Водо-забор	Во-доот-ве-дение	Произ-водство энергии	Рекреа-ция	Урбани-зация
Соответствующие природным показателям количественные (площадь) и качественные (заболоченность, залесенность) характеристики пойм и прибрежных зон		+	+				+	+
Природный режим грунтовых вод			+			+		+
Природная загрязненность водных объектов					+		+	
Итого:	4	5	6	3	3	3	3	4

Гидролого-морфологические характеристики сопоставлялись с видами деятельности на водотоках (табл. 1.17). Указанное сопоставление позволило определить, какое количество природных характеристик водных объектов потребовало изменений для обеспечения устойчивого экономического и социального развития в бассейне р. Уссури (табл. 1.18). Например, самое существенное воздействие на водные объекты и прибрежные территории оказывают работы, связанные с защитой от наводнений и сельское хозяйство. Однако (учитывая климатические особенности рассматриваемой территории), указанная деятельность была необходима.

Таким образом, соотнесение информации, указанной в таблице 1.16, с информацией, помещенной в таблице 1.17, позволило определить категории основных водных объектов, соответствующие степени их антропогенной изменённости. Всего было рассмотрено 19 водотоков с площадью водосбора более 1000 км². По результатам проведенной работы все водные объекты признаны существенно модифицированными. В наибольшей степени модификации подвержены гидролого-морфологические характеристики рек Уссури, Спасовка, Нестеровка, Малиновка, Илистая, Арсеньевка, Большая Уссурка, Бикин, Хор, Кия и оз. Ханка. В меньшей степени были изменены природные характеристики рек Абрамовка, Мельгуновка,

Подхорёнок, Быстрая, Павловка, Журавлевка, Ореховка.

Таблица 1.17 – Главные виды деятельности (бассейн р. Уссури), влияющие на состояние основных водных объектов и необходимые для устойчивого развития территории [7 - 13]

Водный объект	Вид деятельности							
	Навигация	Защита от наводнений	Сельское хозяйство (в т.ч. орошение, осушение)	Водо-забор	Водоот-ведение	Произ-водство энергии	Рекреа-ция	Урбани-зация
р. Уссури		+	+	+	+		+	+
р. Спасовка			+	+	+		+	+
р. Абрамовка			+	+	+		+	
р. Нестеровка		+	+				+	+
р. Быстрая			+				+	
р. Малиновка		+	+		+		+	+
оз. Ханка		+	+	+	+		+	
р. Мельгуновка		+		+	+		+	
р. Илистая		+		+	+		+	+
р. Арсеньевка		+		+	+		+	+
р. Павловка		+					+	
р. Журавлевка		+					+	
р. Большая Ус-сурка		+		+	+		+	+
р. Ореховка		+					+	
р. Бикин		+		+	+		+	+
р. Хор		+		+	+		+	+
р. Кия		+		+	+		+	+
р. Подхорёнок		+					+	+

Таблица 1.18 – Категории основных водных объектов бассейна р. Уссури

Водный объект	Количество гидролого-морфологических характеристик, соответствующих природному экологическому состоянию водного объекта и неблагоприятно влияющих на виды деятельности необходимые для устойчивого развития территории	Категория
р. Уссури	24	существенно модифицированный
р. Спасовка	19	существенно модифицированный
р. Абрамовка	15	существенно модифицированный
р. Нестеровка	18	существенно модифицированный
р. Быстрая	9	существенно модифицированный
р. Малиновка	21	существенно модифицированный
оз. Ханка	20	существенно модифицированный
р. Мельгуновка	14	существенно модифицированный
р. Илистая	18	существенно модифицированный
р. Арсеньевка	18	существенно модифицированный
р. Павловка	8	существенно модифицированный

р. Журавлевка	8	существенно модифицированный
---------------	---	------------------------------

Водный объект	Количество гидролого-морфологических характеристик, соответствующих природному экологическому состоянию водного объекта и неблагоприятно влияющих на виды деятельности необходимые для устойчивого развития территории	Категория
р. Большая Уссурка	18	существенно модифицированный
р. Ореховка	8	существенно модифицированный
р. Бикин	18	существенно модифицированный
р. Хор	18	существенно модифицированный
р. Кия	18	существенно модифицированный
р. Подхорёнок	12	существенно модифицированный

2 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Экологические системы включают в себя в качестве взаимодействующих элементов как живые компоненты (фито- и зоопланктон, водоросли, зообентос, рыбы), так и среду их обитания, выраженную через гидрохимические показатели.

Химический анализ, поэлементно оценивая среду обитания, может указывать факторы, оказывающие влияние на экосистему. Биотестирование по водным организмам даёт частную оценку среды, касающуюся лишь объекта тестирования. Поэтому, чтобы охарактеризовать состояние водной экосистемы, необходимо знать показатели воды, как среды обитания, так и показатели биотической (организменной) части экосистемы.

Наиболее информативными комплексными оценками качества воды по гидрохимическим показателям, её загрязнённости, являются коэффициент комплексности загрязнённости воды ($K_{\%}$), комбинаторный индекс загрязнённости воды (КИЗВ), удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ), класс качества воды [14].

Качество воды р. Сунгача (ВХУ 20.03.07.001) в различные годы наблюдений изменялось от «загрязнённая» (класс качества 3 «а») до «грязная» (4 «а»), по комплексности загрязнённости вода соответствовала категории II – по нескольким ингредиентам и показателям качества.

С целью определения экологического состояния поверхностных водных объектов на основании соотношения фактической концентрации в воде загрязняющих веществ и установленных для них ПДК_{рх}, Министерством природных ресурсов России (МПР РФ) разработаны критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод (табл.2.1).

В методике не оговаривается, какие концентрации загрязняющих веществ (максимальные или среднегодовые) необходимо использовать при оценке степени химического загрязнения вод и сложившейся экологической ситуации. В связи с тем, что согласно методике, при расчёте суммарного показателя химического загрязнения (ПХЗ-10), применяемого для установления степени загрязнения поверхностных вод, используются максимальные значения концентрации вещества, при

оценке степени загрязнения воды водного объекта учитывались как их среднегодовые концентрации, так и максимальные (табл. 2.2).

Таблица 2.1 – Критерии оценки химического загрязнения поверхностных вод [15]

Показатели опасности	Основные показатели			
	Загрязнение			
	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное
Химические вещества, ПДК				
1-2 класс	1	1-5	5-10	Более 10
3-4 класс	1	1-50	50-100	Более 100
ПХЗ-10				
1-2 класс	1	1-35	35-80	Более 80
3-4 класс	10	10-500	500	Более 500
Дополнительные показатели				
Показатели	Загрязнение			
	Допустимое	Умеренно опасное	Опасное	Чрезвычайно опасное
Плавающие примеси: нефть и нефтепродукты	отсутствуют		Яркие полосы или тусклая окраска	Плётка тёмной окраски, занимающая 2/3 и более обозримой площади
Реакция среды, pH	6,0-9,0	5,7-6,0	5,0-5,6	Менее 5,0
ХПК, (антропогенная составляющая по отношению к 0 фону), мг/дм ³	-	-	10-20	Более 20
Биогенные вещества, отношение к ПДК (мг/дм ³)				
Нитриты (NO ₂)	Менее 1	1-5	5-10	Более 10
Нитраты (NO ₃)	Менее 1	1-10	10-20	Более 20
Соли аммония (NH ₄)	Менее 1	1-5	5-10	Более 10

Примечание: ПХЗ-10 – формализованный суммарный показатель химического загрязнения вод. Рассчитывается только для зон, где экологическое состояние опасное и чрезвычайно опасное. Расчёт производится только по 10 соединениям, максимально превышающим ПДК по формуле: $ПХЗ-10 = C_1/ПДК_1 + C_2/ПДК_2 + \dots + C_{10}/ПДК_{10}$, где C – концентрация химических веществ в воде, ПДК – рыбохозяйственные. При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым допустимое содержание определяется как «отсутствие», отношение $C/ПДК$ условно принимается равным 1.

Результаты определения рассматриваемых параметров при использовании максимальных концентраций представлены в таблице 2.3, согласно которым степень загрязнения вод реки оценивается как «умеренно опасная».

Так же характеризуется степень загрязнения воды в реке Сунгача («умеренно опасная») и в случае использования среднегодовых концентраций загрязняющих веществ при определении степени загрязнения вод рассматриваемого водного объекта.

Таблица 2.2 - Ингредиенты и показатели качества вод р. Сунгача в границах ВХУ 20.03.07.001[16]

Название ингредиента	Единица измерения	Год наблюдения				
		ПДК	2007	2008	2009	2010
Окисляемость бихроматная	мг/дм ³	15,0	23,6 (28,8)	12,6/0,8(15,1)	21,5/1,4 (23,1)	15,1/1,01 (17,2)
БПК₅	мг/дм ³	2,0	1,81 (2,87)	1,0/0,5(1,06)	1,95/1,0 (2,22)	2,09/1,04 (4,18)
Азот аммонийный (по N)	мг/дм ³	0,4	0,03 (0,06)	0,063/0,2(0,15)	0,115 (0,12)	0,097/0,25 (0,25)
Азот нитритный (по N)	мг/дм ³	0,02	0,013 (0,02)	0,02/1,0 (0,03)	0,035 (0,026)	0,021/1,0 (0,034)
Азот нитратный (по N)	мг/дм ³	9,0	0,06 (0,10)	0,09/0	0,023	0,042/0,005
Железо общее	мг/дм ³	0,1	2,32 (3,64)	1,24/12,4(1,92)	0,695/7,0 (1,2)	1,14/11,4 (2,36)
Медь	мкг/дм ³	1,0	2,50 (2,60)	1,20/1,2(1,80)	1,25/1,2 (1,50)	2,32/2,3 (4,20)
Цинк	мкг/дм ³	10,0	33,0 (35,0)	20,4/2,0(37,0)	28,4/2,8 (52,0)	15,8/1,6 (22,0)
Марганец	мкг/дм ³	10,0	33,5 (34,0)	20,0/2,0(31,0)	20,5/2,0 (26,0)	18,3/1,8 (26,0)
Алюминий	мкг/дм ³	40,0		77,0/1,9(77,1)	185/4,6 (220)	288,0/7,2 (670)
Кадмий	мкг/дм ³	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ртуть	мкг/дм ³	0,01	0,00	0,00	0,01/1,0 (0,02)	0,012/1,2 (0,04)
Фенолы	мг/дм ³	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,23 (0,46)	0,007/0,1(0,02)	0,010 (0,02)	0,02/0,4 (0,077)
Фосфаты	мг/дм ³	0,2	0,064 (0,088)	0,314/1,6(0,47)	0,064 (0,084)	0,058/0,3 (0,098)
ДДТ	мкг/дм ³	0,01	0,00	0,017/1,7(0,027)	0,00 (0,0)	0,00 (0,00)

Примечание: над чертой – концентрация (мг/дм³); под чертой – в ПДК, в скобках – максимальные в году концентрации

Выполненные расчёты допустимого изъятия водных ресурсов из поверхностных водных объектов свидетельствуют, что по отношению к годовому объёму стока 95%-ной обеспеченности фактическое безвозвратное изъятие из рек бассейна р. Усури составляет 0,7%.

Таблица 2.3 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Сунгача в районе заставы Новомихайловка в 2007-2010 г.г. [по 15]

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- до 2,7 раз Ртуть- до 4,0 раз	азот нитритный - до 1,7 раза; железо общее - до 36,4 раза; цинк - до 5,2 раза; медь - до 4,2 раза; марганец – 3,4 раз; нефтепродукты - до 9,2 раза; окисляемость бихроматная – 1,5 раза; алюминий – до 16,8 раза; фосфаты – до 2,4 раз.	Умеренно опасное

На основании двух рассмотренных частных оценочных критериев (степень загрязнения и нарушение среднегодового поверхностного стока) получаем интегральную оценку экологического состояния р. Сунгача в районе заставы Новомихайловка (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Интегральная оценка экологического состояния р. р. Сунгача в районе заставы Новомихайловка [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Умеренно опасная (С _{макс})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное
Умеренно опасная (С _{средн})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

Качество воды непосредственно в реке Уссури изменяется от «загрязнённой» (класс качества 3 «а») до «грязной» (4 «а») в зависимости от места отбора проб воды и года наблюдения (табл. 2.5).

Таблица 2.5 - Характеристика качества вод р. Уссури [16]

Год	Пост	КИЗВ	УКИЗВ	К%	Класс, разряд	Качество воды
2005	0,5 км выше с. Новомихайловка	56,0	4,31	36,5	4 «а»	грязная
	0,5 км ниже пос. Кировский	52,3	4,02	30,8	4 «а»	грязная
	г. Лесозаводск (в черте города)	49,9	3,84	33,9	4 «а»	грязная
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	51,3	3,94	33,8	4 «а»	грязная
2006	0,5 км выше с. Новомихайловка	59,5	4,25	42,5	4 «а»	грязная
	0,5 км ниже пос. Кировский	61,1	4,07	30,4	4 «а»	грязная
	г. Лесозаводск (в черте города)	56,2	2,92	28,3	3 «б»	очень загрязнённая
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	57,6	3,03	30,8	3 «б»	очень загрязнённая
2007	0,5 км выше с. Новомихайловка	54,3	3,62	30,8	4 «а»	грязная
	0,5 км ниже пос. Кировский	48,7	3,25	32,5	3 «б»	очень загрязнённая
	г. Лесозаводск (в черте города)	54,0	2,84	29,7	3 «а»	загрязнённая
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	57,8	3,04	28,1	3 «б»	очень загрязнённая
2008	0,5 км выше с. Новомихайловка	67,8	4,52	35,8	4 «а»	грязная
	0,5 км ниже пос. Кировский	46,3	3,09	27,5	3 «б»	очень загрязнённая
	г. Лесозаводск (в черте города)	54,5	2,87	27,1	3 «а»	загрязнённая
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	56,2	2,96	27,0	3 «а»	загрязнённая
2009	0,5 км выше с.Новомихайловка		3,88		4 «а»	грязная
	0,5 км ниже пос. Кировский		3,31		3 «б»	очень загрязнённая
	г. Лесозаводск (в черте города)		2,76		3 «а»	загрязнённая

Год	Пост	КИЗВ	УКИЗВ	К%	Класс, разряд	Качество воды
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино		2,83		3 «а»	загрязнённая
2010	0,5 км выше с. Новомихайловка		3,98		4 «а»	грязная
	0,5 км ниже п. Кировский		3,37		3 «б»	очень загрязнённая
	в черте г. Лесозаводск		2,79		3 «а»	загрязнённая
	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино		2,83		3 «а»	загрязнённая

При этом худшие показатели качества воды отмечаются постоянно в верхнем створе – «0,5 км выше с. Новомихайловка (класс качества воды «грязная» - 4 «а»)). Вниз по течению реки снижаются и величины коэффициентов комплексности загрязнённости воды, хотя на всём протяжении водохозяйственного участка категория воды остаётся неизменной – II (по нескольким ингредиентам и показателям качества воды). Качественный состав воды в р. Уссури по створам представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Ингредиенты и показатели качества вод р. Уссури в границах ВХУ 20.03.07.002 [16]

Название ингредиента	Ед. измер.	Год наблюдения	Расположение створа				
			ПДК	0,5 км выше с. Новомихайловка	0,5 км ниже п. Кировский	в черте г. Лесозаводск	0,5 км ниже ст. Ружино
Окисляемость бихроматная	мг/дм ³	2006	15,0	17,2/1,1 (23,9)	16,7/1,1 (32,0)	15,3/1,0 (31,1)	14,9/1,0 (31,9)
		2007		14,3/1,0 (25,7)	16,1/1,1 (23,1)	15,2/1,0 (29,8)	18,5/1,2 9(29,5)
		2008		17,3/1,2(68,0)	18,6/1,2 (38,2)	13,1/0,9(44,5)	15,5/1,0 (34,8)
		2009		18,5/1,6 (38,6)	17,2/1,4 (34,1)	12,0/0,8 (29,3)	12,9/0,8 (23,3)
		2010		29,1/1,94 (52,3)	21,5/1,43(36,5)	15,9/1,1 (26,9)	18,5/1,2 (45,5)
БПК₅	мг/дм ³	2006	2,0	2,53/1,3	0,84/0,4(1,26)	1,05/0,5(1,84)	0,87/0,4 (1,40)
		2007		1,69/0,8(3,86)	0,91/0,5 (1,20)	0,93/0,5(1,64)	0,9/0,5 (2,10)
		2008		3,15/1,6(5,21)	1,11/0,6 (1,54)	0,65/0,3 (0,94)	0,74/0,4 (0,98)
		2009		2,64/1,3 (6,74)	0,86/0,04 (1,1)	0,68/0,3 (1,23)	0,61/0,3 (1,06)
		2010		2,31/1,2 (6,45)	0,97/0,5 (1,34)	0,72/0,3 (1,38)	0,67/0,3 (1,18)
Азот аммонийный (по N)	мг/дм ³	2006	0,4	0301/08 (0,56)	0,215/0,6 (0,4)	0,182/0,5(0,5)	0,154/0,4 (0,46)
		2007		0,106/0,3 (0,29)	0,12/0,3(0,35)	0,14/0,3(0,34)	0,136/0,3(0,43)
		2008		0,321/0,8 (0,9)	0,147/03(0,31)	0,207/0,5(0,34)	0,194/0,5(0,98)
		2009		0,24/0,6 (0,53)	0,25/0,6 (0,51)	0,23/0,5 (0,49)	0,225/0,5 (0,51)
		2010		0,314/0,7 (0,46)	0,25/0,6 (0,46)	0,228/0,5 (0,56)	0,237/0,6 (0,51)
Азот нитритный (по N)	мг/дм ³	2006	0,02	0,026/1,3 (0,19)	0,02/0,1(0,009)	0,005/0,3(0,01)	0,003/0,1(0,01)
		2007		0,01/0,5 (0,027)	0,009/0,5(0,02)	0,007/0,4(0,01)	0,07/0,4(0,017)
		2008		0,021/1,1(0,027)	0,024/1,2(0,045)	0,022/1,1(0,03)	0,023/1,1(0,033)
		2009		0,024/1,2(0,035)	0,029/1,4 (0,039)	0,027/1,4 (0,04)	0,027/1,4(0,038)
		2010		0,022/1,1(0,041)	0,015/0,8(0,04)	0,013/0,6(0,037)	0,022/1,1(0,104)
Железо общее	мг/дм ³	2006	0,1	0,515/5,2 (1,17)	0,468/4,7 (0,78)	0,69/6,9 (2,04)	0,701/7,0 (1,70)
		2007		0,321/3,2 (0,55)	0,534/5,3 (0,87)	0,57/5,7(1,19)	0,574/5,7 (1,12)
		2008		0,26/2,6 (0,62)	0,406/4,1 (0,80)	0,563/5,6 (0,86)	0,597/6,0 (0,93)
		2009		0,554/5,5 (1,22)	0,544/5,4 (1,27)	0,496/5,0 (1,07)	0,507/5,1 (1,21)
		2010		0,826/8,3 (1,82)	0,489/4,9 (0,73)	0,622/6,2 (1,67)	0,501/5,0 (0,92)
Медь	мкг/дм ³	2006	1,0	1,35/1,4 (2,20)	1,42/4 (4,80)	1,16/1,2 (2,20)	1,51/1,5 (2,60)
		2007		1,46/1,5 (2,40)	1,36/1,4 (2,80)	1,41/1,4(2,20)	1,22/1,2 (2,20)
		2008		1,10/1,1 (2,80)	0,90/0,9 (1,80)	1,08/1,1 (2,80)	1,20/1,2 (2,20)
		2009		1,4/1,4 (3,20)	1,6/1,6 (1,90)	1,8/1,8 (3,80)	1,5/1,5 (3,0)
		2010		1,9/1,9 (3,20)	1,5/1,5 (1,80)	1,4/1,4 (4,20)	1,4/1,4 (2,60)

Продолжение таблицы 2.6

Цинк	мкг/дм ³	2006	10,0	-	100,0/10,0 (100)	54,9/5,5 (120,0)	59,0/5,9 (100,0)
		2007		51,8/5,2 (110,0)	25,9/2,6 (41,0)	33,3/3,3 (61,0)	53,1/5,3 (89,0)
		2008		34,9/3,5 (49,0)	29,3/2,9 (45,0)	25,8/2,6 (61,0)	24,5/2,5 (67,0)
		2009		22,1/2,2 (38,0)	19,1/1,9 (48,0)	29,4/2,9 (99,0)	23,6/2,4 (62,0)
		2010		32,3/3,2 (130,0)	21,4/2,1 (41,0)	19,2/1,9 (63,0)	15,2/1,5 (24,0)
Марганец	мкг/дм ³	2006	10,0	22,9/2,3 (49,0)	28,1/2,8 (110)	33,2/3,3 (110,0)	36,0/3,6 (96,0)
		2007		8,73/0,9 (15,0)	20,4/2,0 (67,0)	32,6/3,3 (120,0)	22,4/2,2 (140,0)
		2008		13,9/1,4 (30,0)	9,65/1,0 (16,0)	48,1/4,8 (260,0)	48,9/4,9 (290,0)
		2009		11,0/1,1 (25,0)	11,0/1,1 (31,0)	14,0/1,4 (31,0)	13,0/1,3 (33,0)
		2010		17,0/1,7 (42,0)	14,0/1,4(32,0)	18,0/1,8 (46,0)	24,0/2,4 (85,0)
Фенолы	мг/дм ³	2006	0,001	0,002/2,0 (0,005)	0,004 (0,009)	0,003/3,0 (0,007)	0,002/2,0 (0,007)
		2007		0,003/3,0 (0,015)	0,002/2,0(0,010)	0,004/3,6 (0,012)	0,002/2,0 (0,010)
		2008		0,002/2,0 (0,009)	0,001/1(0,004)	0,01/1,0(0,006)	0,003/3,0 (0,016)
		2009		0,00 (0,002)	0,00 (0,003)	0,001/1(0,003)	0,002/2,0 (0,011)
		2010		0,00 (0,001)	0,001/1(0,003)	0,002/2,0 (0,009)	0,001/1,0 (0,004)
Нефте-продукты	мг/дм ³	2006	0,05	0,165/3,3 (0,25)	0184/3,7 (0,56)	0,073/1,5 (0,25)	0,096/1,9 (0,24)
		2007		0,056/1,1 (0,23)	0,032/0,7(0,16)	0,111/2,2 (0,27)	0,079/1,6 (0,28)
		2008		0,03/0,6(0,13)	0,01/0,2(0,05)	0,083/1,7 (0,31)	0,091/1,8(0,65)
		2009		0,01/0,2(0,04)	0,005/0,1(0,04)	0,008/0,1(0,04)	0,003/0,1(0,02)
		2010		0,009/0,1 (0,02)	0,005/0,1(0,01)	0,008/0,1(0,04)	0,01/0,2 (0,03)
Алюминий	мкг/дм ³	2008	40,0	57,3/1,4 (94,0)	41,4/1,0 (68,0)	55,8/1,4 (170,0)	44,9/1,1 (110,0)
		2009		99,4/2,5 (190,0)	94,9/2,4 (210)	85,3/2,1 (190,0)	89,3/2,2 (220,0)
		2010		192,0/4,8 (560)	348,0/87(1200)	252,0/6,3(1200)	181,0/4,5(570)
ДДТ (ДДЭ)	мкг/дм ³	2008	0,01	0,009/0,9 (0,029)	Не опр.	0,007/0,7 (0,030)	0,013/13 (0,036)
		2009		0,002/0,2(0,020)	Не опр.	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
		2010		0,00 (0,00)	Не опр.	0,003/0,3 (0,012)	0,002/0,2 (0,018)

Результаты определения степени загрязнения вод реки Уссури в целом на всём её протяжении при использовании максимальных концентраций представлены в таблице 2.7, согласно которым степень загрязнения вод реки оценивается как «опасная» в связи с высокой концентрацией нитритного азота (9,5 ПДК_{рх}). В то же время, в случае использования для определения степени загрязнения вод среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, данный показатель характеризуется как «умеренно опасное».

Выполненные расчёты допустимого изъятия водных ресурсов из поверхностных водных объектов свидетельствуют, что проблема безвозвратного изъятия водных ресурсов для водных объектов бассейна р. Уссури в настоящее время не актуальна. На данном этапе фактическое безвозвратное изъятие (а точнее уменьшение речного стока под влиянием забора и сброса) для всего бассейна Уссури составляет 4,9% от расчетной величины годового допустимого безвозвратного изъятия. По отношению к годовому объему стока 95%-ной обеспеченности фактическое безвозвратное изъятие составляет 0,7%.

Таблица 2.7 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Уссури в границах ВХУ 20.03.07.002 в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- до 3,6 раз Кадмий – 1,8 раза	азот аммонийный - до 2,4 раза; азот нитритный - до 9,5 раза; железо общее - до 18,2 раз; цинк - до 13,0 раз; медь - до 4,8 раз; марганец – 29,0 раз; алюминий – до 30,0 раз фенолы - до 16,0 раза; нефтепродукты - до 13,0 раз окисляемость бихроматная – 4,5 раза	Опасная по нитритному азоту

На основании двух рассмотренных частных оценочных критериев (степень загрязнения и нарушение среднегодового поверхностного стока) получаем интегральную оценку экологического состояния р. Уссури в пределах ВХУ 20.03.07.002 (табл. 2.8).

Таблица 2.8 – Интегральная оценка экологического состояния р. Уссури в пределах ВХУ 20.03.07.002 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Опасная (C_{\max})	7	слабая	1	4,0	Условно благоприятное
Умеренно опасная ($C_{\text{средн}}$)	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

Ряд исследователей [18,19] полагают, что для обоснования полноценного эколого-токсикологического мониторинга необходимо учитывать не только качество воды как водной массы, но и уровень токсической загрязнённости всей водной экосистемы в целом с учётом водной массы, донных отложений и гидробионтов.

В связи с тем, что данные о результатах гидробиологических исследований для оценки качества вод реки Уссури в настоящее время отсутствуют, был использован метод, предложенный [19] (с учётом взаимосвязи загрязнённости вод токсическими веществами и реакции на присутствие тяжёлых металлов гидробионтов) (табл. 2.9).

Таблица 2.9 - Состояние экосистемы водных объектов по гидрохимическим и био-геохимическим показателям [19]

Концентрация ТМ в среде	ПЭС	Экологическое состояние		Качество среды
		Популяции	Среда	
Придонные воды, мг/л		Фильтраторы		
0,19- 0,69	0,18-0,50	Нормальное (100% Ч)	Благоприятная	Слабозагрязнённая ТМ
0,70-0,90	0,61-0,72	Морфопатология (10-15% Ч)	Не благоприятная	Загрязнённая ТМ и ТЭ
0,91-1,56	1,20-2,93	Канцерогенез и мутагенез (7-24% Ч)	Опасная	Значительно загряз- нённая ТМ и ТЭ
Донные отложения, мг/кг		Детриофаги		
0,90-1,21	0,58-1,47	Патология (7-19% Ч)	Не благоприятная	Загрязнённая ТМ и ТЭ
2,20-2,25	1,50-3,50	Патология (>25%Ч) Смертность (до 23%)	Критическая и угро- жающая	Сильно загрязнённая ТМ

Из токсичных веществ, приведённых в таблице 2.4, только железо достигает концентраций тяжёлых металлов, приведённых в табл. 2.7. В случае использования максимальных концентраций железа общего (0,93-1,82 мг/дм³) качество среды (придонных вод) соответствует показателю «значительно загрязнённая тяжёлыми металлами», экологическое состояние среды – «опасная». В то же время при определении рассматриваемых характеристик состояния среды с использованием среднегодовых концентраций качество придонных вод оценивается как «слабозагрязнённая ТМ», а экологическое состояние – «благоприятное» (табл. 2.6 и 2.9).

Качество воды реки Уссури в границах ВХУ 20.03.07.006 характеризуются также, как и на вышележащих участках – «очень загрязнённые» - «грязные» (табл. 2.10).

Таблица 2.10 - Характеристика качества вод реки Уссури на участке г. Лесозаводск - устье (заства Казакевичево) [16]

Год	Пост	КИЗВ	УКИЗВ	К%	Класс, разряд	Качество воды
2006	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	57,6	3,03	30,8	3 «б»	очень загрязнённая
	заства Казакевичево	64,5	4,03	31,4	4 «а»	грязная
2007	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	57,8	3,04	28,1	3 «б»	очень загрязнённая
	заства Казакевичево	69,9	4,37	31,1	4 «а»	грязная
2008	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино	57,6	3,03	30,8	3 «б»	очень загрязнённая
	заства Казакевичево	59,6	3,73	24,4	3 «б»	очень загрязнённая
2009	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино		2,83	23,4	3 «а»	загрязнённая
	заства Казакевичево	52,1	3,26	22,3	3 «б»	очень загрязнённая
2010	0,5 км ниже сброса сточных вод депо ст. Ружино		2,73	24,7	3 «а»	загрязнённая
	заства Казакевичево	21,6	49,5	3,09	3 «б»	очень загрязнённая

Как и на расположенном выше водохозяйственном участке, степень загрязнения воды в рассматриваемом ВХУ характеризуется как «опасная» (табл. 2.11) по максимальной концентрации и «умеренно опасная» - по среднегодовым концентрациям.

Таблица 2.11 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Уссури в границах ВХУ 20.03.07.002 в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- до 7,0 раз Кадмий – 2,0 раза	азот аммонийный – 3,7 раза; азот нитритный – 5,2 раза; железо общее – 17,0 раз; цинк - 10,0 раз; медь – 25,0 раз; марганец – 29,0 раз; алюминий – 14,2 раза фенолы - 16,0 раз; нефтепродукты - 13,0 раз окисляемость бихроматная – 4,7 раза	Опасная

Интегральная оценка экологической обстановки в пределах рассматриваемого ВХУ приведена в табл. 2.12.

Таблица 2.12 – Интегральная оценка экологического состояния р. Уссури в пределах ВХУ 20.03.07.006 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Опасная (C_{\max})	7	слабая	1	4,0	Условно благоприятное
Умеренно опасная ($C_{\text{средн}}$)	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

В пределах ВХУ 20.03.07.002 выделен подучасток, включающий бассейн реки Арсеньевка, одного из наиболее крупных притоков р. Уссури. На состояние воды реки Арсеньевка значительное влияние оказывают стоки городских очистных сооружений сточных вод (механической очистки). Качество вод реки Арсеньевка ниже города постоянно оценивается как «грязные», в то время как выше очистных сооружений вода в большинстве случаев характеризуется как «очень загрязнённая» - класс качества 3«б» (табл. 2.13).

Таблица 2.13 - Характеристика качества вод р. Арсеньевка в районе г. Арсеньев [16]

Год	К _{к%}	КИЗВ	УКИЗВ	Класс, разряд	Качество воды
г. Арсеньев 0,5 км выше выпуска сточных вод					
2005	33,8	58,2	3,23	4 «а»	грязная
2006	33,0	65,1	3,42	3 «б»	очень загрязнённая
2007	29,8	65,6	3,45	3 «б»	очень загрязнённая
2008	32,0	62,1	3,27	3 «б»	очень загрязнённая
2009	27,6	-	3,34	3 «б»	очень загрязнённая
2010	29,3	-	3,40	3 «б»	очень загрязнённая
1 км ниже г. Арсеньев					
2005	37,8	72,6	4,03	4 «а»	грязная
2006	40,8	72,9	3,84	4 «а»	грязная
2007	36,1	79,3	4,17	4 «а»	грязная
2008	35,4	69,8	3,67	4 «а»	грязная
2009	37,4	-	4,04	4 «а»	грязная
2010	28,1	-	3,45	3 «б»	очень загрязнённая

Степень загрязнения вод реки оценивается как (табл. 2.14). В то же время, экологическое состояние реки, в соответствии с оценкой, проведённой по гидрохимическим показателям как по максимальным значениям концентраций загрязняющих веществ, так и по среднегодовым, характеризуется как «условно благоприятное» (табл. 2.15).

Таблица 2.14 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Арсеньевка в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- до 7,0 раз Кадмий – 2,0 раза	азот аммонийный – 3,7 раза; азот нитритный – 5,2 раза; железо общее – 17,0 раз; цинк - 10,0 раз; медь – 25,0 раз; марганец – 29,0 раз; алюминий – 14,2 раза фенолы - 16,0 раз; нефтепродукты - 13,0 раз окисляемость бихроматная – 4,7 раза	Опасная

Таблица 2.15– Интегральная оценка экологического состояния р. Арсеньевка в пределах ВХУ 20.03.07.002 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Опасная ($C_{\text{макс}}$)	7	слабая	1	4,0	Условно благоприятное
Умеренно опасная ($C_{\text{средн}}$)	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

Ориентируясь на среднегодовые концентрации тяжёлых металлов, в том числе железо общее ($0,43 - 0,598 \text{ мг/дм}^3$), присутствующих в воде р. Арсеньевка, экологическое состояние реки, (по методике [19]) оценивается как «благоприятное», а степень загрязнения воды – как «слабо загрязнённая тяжёлыми металлами» (табл. 2.9).

Относительно благоприятная ситуация (по гидрохимическим показателям) складывается и в реке Большая Уссурка. Качество воды в ней характеризуется преимущественно как «очень загрязнённая» - класс качества воды 3 «б» (табл. 2.16).

Таблица 2.16 - Характеристика качества вод реки Большая Уссурка [16]

Год	КИЗВ	УКИЗВ	К%	Класс, разряд	Качество воды
с. Рощино					
2005	39,3	3,0	21,1	3 «б»	очень загрязнённая
2006	49,3	3,52	31,3	3 «б»	очень загрязнённая
2007	43,4	2,89	30,0	3 «а»	загрязнённая
2008	58,2	3,88	36,7	3 «б»	очень загрязнённая
2009		2,74	30,0	3 «а»	загрязнённая
2010		2,90		3 «б»	очень загрязнённая
г. Дальнереченск (2 км выше п. Вагутон)					
2005	52,6	3,76	30,4	4 «а»	грязная
2006	47,4	3,38	33,0	3 «б»	очень загрязнённая
2007	59,0	3,94	33,8	4 «а»	грязная
2008	58,2	3,88	34,7	3 «б»	очень загрязнённая
2009		2,94	28,0	3 «а»	загрязнённая
2010		3,48		3 «б»	очень загрязнённая
г. Дальнереченск (1 км ниже города)					
2005	57,2	4,08	33,3	4 «а»	грязная
2006	48,5	3,47	33,3	3 «б»	очень загрязнённая
2007	50,2	3,35	32,7	3 «б»	очень загрязнённая
2008	57,5	3,83	37,5	3 «б»	очень загрязнённая
2009		3,21	28,7	3 «б»	очень загрязнённая
2010		3,21		3 «б»	очень загрязнённая

Степень загрязнения вод реки, как по максимальным, так и по среднегодовым концентрациям оценивается как «умеренно загрязнённая» (табл. 2.17), а экологическое состояние – как «условно благоприятная» (табл. 2.18).

Таблица 2.17 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Большая Уссурка в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- до 2,7 раз Кадмий – 4,0 раз	азот аммонийный – 2,6 раза; азот нитритный – 3,1 раза; железо общее – 17,1 раз; цинк - 28,0 раз; медь – 4,0 раз; марганец – 27,0 раз; алюминий – 33,0 раза фенолы - 15,0 раз; нефтепродукты – 14,8 раз окисляемость бихроматная – 4,7 раза	Умеренно опасная

Таблица 2.18 – Интегральная оценка экологического состояния р. Большая Уссурка в пределах ВХУ 20.03.07.003 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Умеренно опасная (С _{макс.})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное
Умеренно опасная (С _{средн.})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

В случае оценки степени загрязнения по методике [19] при использовании максимальных концентраций качество среды характеризуется как «загрязнённая тяжёлыми металлами», а экологическое состояние – «не благоприятное», тогда как в случае применения среднегодовых концентраций качество среды характеризуется как «слабо загрязнённая тяжёлыми металлами», а экологическое состояние – «благоприятное». Последняя оценка близка к характеристике экологической ситуации в реке по гидрохимическим показателям.

ВХУ 20.03.07.004 охватывает бассейн реки Бикин, протекающей по территории Приморского и Хабаровского краёв. Качество воды в реке Бикин в районе станции Звеньевая во все годы наблюдения характеризуется как “грязная”, класс качества 4”а” (табл. 2.19).

Таблица 2.19 - Характеристика качества вод р. Бикин в 1,3 км ниже ст. Звеньевая [16]

Год	КИЗВ	УКИЗВ	Кк% средний	Класс, разряд	Качество воды
2005	59,0	4,54	37,5	4 «а»	грязная
2006	56,8	4,06	38,7	4 «а»	грязная
2007	66,2	4,41	36,7	4 «а»	грязная
2008	57,1	3,81	34,2	4 «а»	грязная
2009	-	3,53	31,7	3 «б»	очень загрязненная
2010	-	3,53	-	3 «б»	очень загрязненная

Степень загрязнения вод реки, установленная по максимальным концентрациям загрязняющих веществ, оценивается как «опасная» (табл. 2.20), тогда как в случае использования среднегодовых концентраций (табл. 2.21) – «умеренно опасная».

Таблица 2.20 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Бикин в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
ДДТ- 2,1 раза Кадмий – 3,3 раза	азот аммонийный – 2,1 раза; азот нитритный – 8,4 раза; железо общее – 22,1 раз; цинк – 8,8 раз; медь – 10,0 раз; марганец – 8,6 раз; алюминий – 5,0 раза; фенолы - 10,0 раз; нефтепродукты – 11,0 раз окисляемость бихроматная – 2,1 раза	Опасная

Таблица 2.21 - Ингредиенты и показатели качества вод р. Бикин в границах ВХУ 20.03.07.004 [16]

Название ингредиента	Единица измере- ния	Год наблюдения				
		ПДК	2007	2008	2009	2010
Окисляемость бихроматная	мг/дм ³	15,0	18,5 (27,9)	14,4 (31,4)	18,0 (30,5)	17,4 (25,3)
БПК₅	мг/дм ³	2,0	0,85 (1,19)	1,04 (1,42)	0,97 (1,25)	0,87 (1,20)
Азот аммонийный (по N)	мг/дм ³	0,4	0,28 (0,54)	0,35 (0,74)	0,42 (0,84)	0,27 (0,72)
Азот нитритный (по N)	мг/дм ³	0,02	0,027 (0,168)	0,027 (0,05)	0,029 (0,037)	0,012 (0,03)
Азот нитратный (по N)	мг/дм ³	9,0	0,029 (0,04)	0,04 (0,07)	0,043 (0,08)	0,049 (0,11)
Железо общее	мг/дм ³	0,1	0,649 (1,02)	0,535 (0,81)	0,788 (2,21)	0,691 (1,53)
Медь	мкг/дм ³	1,0	2,14 (7,60)	1,24 (2,90)	2,97 (10,0)	1,73 (3,60)
Цинк	мкг/дм ³	10,0	37,1 (55,0)	39,9 (84,0)	35,5 (88,01)	20,1 (52,0)
Марганец	мкг/дм ³	10,0	25,1 (86,0)	17,9 (47,0)	9,36 (18,0)	17,2 (40,0)
Алюминий	мкг/дм ³	40,0	34,1 (86,0)	49,5 (120,0)	99,5 (200,0)	101,0 (220,0)
Кадмий	мкг/дм ³	1,0	0,00	0,54 (3,30)	0,00	0,237 (1,90)

Название ингредиента	Единица измерения	Год наблюдения				
		ПДК	2007	2008	2009	2010
Фосфаты	мг/дм ³	0,2	0,042 (0,07)	0,064 (0,10)	0,052 (0,1)	0,033 (0,159)
Фенолы	мг/дм ³	0,001	0,003 (0,006)	0,002 (0,01)	0,001 (0,004)	0,001 (0,004)
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,11 (0,55)	0,009 (0,03)	0,002 (0,02)	0,005 (0,011)
АСПАВ	мг/дм ³	0,1	0,018 (0,08)	0,013 (0,05)	0,002 (0,02)	0,002 (0,02)
Сульфаты	мг/дм ³	100,0	6,47 (12,0)	9,50 (37,4)	7,34 (14,4)	5,85 (12,4)
Кальций	мг/дм ³	180,0	6,70 (8,80)	7,55 (17,8)	6,55 (11,0)	7,00 (10,8)
ДТГ/ДДЭ	мкг/дм ³	0,01	0,004 (0,028)	0,006 (0,021)	<i>0,002 (0,02)</i>	0,00

Примечание: в скобках – максимальные концентрации в год (мг/дм³)

Экологическая ситуация в реке в обоих вариантах характеризовалась как «условно благоприятная» (табл. 2.22).

Таблица 2.22– Интегральная оценка экологического состояния р. Бикин в пределах ВХУ 20.03.07.004 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Опасная (С _{макс.})	7	слабая	1	4,0	Условно благоприятное
Умеренно опасная (С _{средн.})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

Подобная оценка экологического состояния и степень загрязнения вод реки получены и при использовании методики, разработанной [19]: «благоприятная» экологическая среда и степень загрязнения - «слабо загрязненная тяжёлыми металлами». В тоже время, в случае использования максимальных концентраций загрязняющих веществ (табл. 2.21) ситуация (по железу общему) складывается гораздо худшая – экологическое состояние «опасное», а степень загрязнения – «значительно загрязнённая ТМ» (табл. 2.9).

Водохозяйственный участок **20.03.07.005** охватывает бассейн **реки Хор**, крупного притока р. Уссури, протекающего полностью по территории Хабаровского края. Качество вод р. Хор, как выше, так и ниже пгт. Хор характеризуется преимущественно как «очень загрязнённая», класс и разряд качества (3 «б»). По коэффициенту комплексности загрязнённости вода относится к категории II – по нескольким ингредиентам и показателям качества воды (табл. 2.23).

Таблица 2.23 - Влияние стоков пгт. Хор на качество вод р. Хор у пгт. Хор [16]

Год	КИЗВ	УКИЗВ	К% средний	Класс, разряд	Качество воды
2006	<u>50,1</u> 41,2	<u>3,85</u> 3,17	<u>29,3</u> 24,4	3 «б»	очень загрязнённая
2007	<u>50,7</u> 42,4	<u>3,90</u> 3,26	<u>32,4</u> 30,8	3 «б»	очень загрязнённая
2008	<u>55,3</u> 47,6	<u>4,25</u> 3,66	<u>32,4</u> 39,0	4 «а» 3 «б»	<u>грязная</u> очень загрязнённая
2009	<u>49,9</u> 52,1	<u>3,84</u> 4,01	<u>30,3</u> 33,3	3 «б» 4 «а»	<u>очень загрязнённая</u> грязная
2010	<u>53,0</u> 52,4	<u>4,08</u> 4,03	<u>40,3</u> 40,1	4 «а»	грязная

Примечание: над чертой – 1,5 км выше пгт; под чертой – 3 км ниже пгт Хор.

Степень загрязнения вод реки, установленная по максимальным концентрациям загрязняющих веществ, оценивается как «умеренно опасная» (табл. 2.24), также как и в случае использования среднегодовых концентраций (табл. 2.25) – «умеренно опасная».

Таблица 2.24 – Определение степени загрязнения водных объектов по данным о качестве вод р. Хор в 2006-2010 г.г. [по 15] (максимальные концентрации)

Кратность превышения ПДК рыб. хоз.		Степень загрязнения
Вещества 1 и 2 класса опасности	Вещества 3 и 4 класса опасности	
Не определялись	азот аммонийный – 2,8 раза; цинк – 8,8 раз; азот нитритный – 4,0 раза; медь – 14,0 раз; железо общее – 11,6 раз; фенолы - 17,0 раз; нефтепродукты – 4,4 раза; АСПАВ – 3,6 раза. окисляемость бихроматная – 3,8 раза;	Умеренно опасная

Таблица 2.25 - Ингредиенты и показатели качества вод р. Хор в районе п. Хор [16]

Название ингредиента	Единица измерения	Год наблюдения	Расположение створа			
			ПДК	1,5 км выше пгт Хор	В черте пгт Хор, 0,5 км ниже ж/д моста	3 км ниже пгт Хор, 6 км ниже ж/д моста
Азот аммонийный (по N)	мг/дм ³	2006	0,4	0,329/0,8 (0,60)	0,319/0,8 (0,74)	0,26/0,7 (0,34)
		2007		0,511/1,3 (0,60)	0,463/1,2 (1,10)	0,307/0,8 (0,34)
		2008		0,47/1,2 (0,78)	0,377/1,0 (1,06)	0,324/0,8 (0,86)
		2009		0,539/1,4 (1,30)	0,245/0,6 (0,72)	0,238/0,6 (0,69)
		2010		0,429/1,1 (0,81)	0,415/1,1 (0,79)	0,478/1,2 (0,77)
Азот нитритный (по N)	мг/дм ³	2006	0,02	0,028/1,4 (0,05)	0,026/1,3 (0,054)	0,032/1,6 (0,075)
		2007		0,02/1,0 (0,032)	0,023/1,2 (0,08)	0,021/1,1 (0,032)
		2008		0,018/0,9 (0,057)	0,013/0,7 (0,027)	0,009/0,5 (0,015)
		2009		0,008/0,4 (0,015)	0,007/0,4 (0,012)	0,009/0,5 (0,032)
		2010		0,013/0,6 (0,022)	0,015/0,7 (0,032)	0,013/0,6 (0,02)
Железо общее	мг/дм ³	2006	0,1	0,172/1,7 (0,39)	0,239/2,4 (1,40)	0,157/1,6 (0,33)
		2007		0,287/2,9 (0,49)	0,302/3,0 (0,79)	0,303/3,0 (0,45)
		2008		0,317/3,2 (0,46)	0,356/3,6 (0,70)	0,273/2,7 (0,57)
		2009		0,493/4,9 (0,94)	0,485/4,9 (0,82)	0,477/4,8 (0,90)
		2010		0,524/5,2 (1,14)	0,469/4,7 (1,12)	0,562/5,6 (1,16)
Медь	мкг/дм ³	2006	1,0	2,82/2,8 (7,80)	2,65/2,7 (5,40)	2,30/2,3 (6,40)
		2007		4,0/4,0 (8,40)	2,62/2,6 (6,0)	4,87/4,9 (14,0)
		2008		1,65/1,7 (3,40)	2,36/2,4 (6,00)	2,27/2,3 (4,40)
		2009		1,90/1,9 (4,0)	2,87/2,9 (12,0)	1,10/1,1 (3,60)

Название ингредиента	Единица измерения	Год наблюдения	Расположение створа			
			ПДК	1,5 км выше пгт Хор	В черте пгт Хор, 0,5 км ниже ж/д моста	3 км ниже пгт Хор, 6 км ниже ж/д моста
		2010		3,72/7,00 (7,00)	2,99/3,0 (6,00)	2,83/2,8 (6,30)
Цинк	мкг/дм ³	2006	10,0	13,0/1,3 (26,0)	11,0/1,1 (37,0)	5,23/0,5 (15,0)
		2007		14,1/1,4 (34,0)	15,0/1,5 (36,0)	13,0/1,3 (21,0)
		2008		15,0/1,5 (25,0)	15,0/1,5 (28,0)	12,8/1,3 (21,0)
		2009		22,3/2,2 (55,2)	24,1/2,4 (49,4)	27,5/2,8 (42,0)
		2010		17,9/1,8 (42,4)	14,6/1,5 (43,0)	15,4/1,5 (25,0)
Фенолы	мг/дм ³	2006	0,001	0,001/1,0 (0,002)	0,002/2,0 (0,007)	0,002/2,0 (0,009)
		2007		0,002/2,0 (0,010)	0,002/2,0 (0,15)	0,001/1,3 (0,004)
		2008		0,002/2,0 (0,004)	0,003/3,1 (0,017)	0,002/2,0 (0,004)
		2009		0,001/1,0 (0,003)	0,001/1,0(0,003)	0,005/5,0 (0,027)
		2010		0,003/3,0 (0,008)	0,002/2,0 (0,008)	0,004/4,0 (0,007)
Нефтепродукты	мг/дм ³	2006	0,05	0,012/0,2 (0,08)	0,011/0,2 (0,12)	0,06/1,2 90,36
		2007		0,032/0,6 (0,11)	0,024/0,5 (0,15)	0,037/0,7 (0,11)
		2008		0,025/0,5 (0,11)	0,032/0,7 (0,11)	0,108/2,2 (0,22)
		2009		0,017/0,3 (0,08)	0,036/0,7 (0,17)	0,045/0,9 (0,18)
		2010		0,096/1,9 (0,20)	0,074/1,5 (0,36)	0,155/3,1 (0,26)
АСПАВ	мг/дм ³	2008	0,1	0,001/0,01 (0,01)	0,00 (0,00)	0,012/0,12 (0,05)
		2009		0,009/0,09 (0,05)	0,009/0,09 (0,08)	0,017/0,17 (0,05)
		2010		0,024/0,24(0,096)	0,026/0,25 (0,36)	0,013/0,13 (0,02)

Примечание: над чертой – концентрация (мг/дм³); под чертой – в ПДК; в скобках – максимальная концентрация

Экологическая ситуация в реке в обоих вариантах характеризовалась как «условно благоприятная» (табл. 2.26).

Таблица 2.26– Интегральная оценка экологического состояния р. Хор в пределах ВХУ 20.03.07.005 [17]

Степень загрязнения	Оценочный балл	Степень нарушения среднегодового поверхностного стока при безвозвратном изъятии вод	Оценочный балл	Средний оценочный балл	Экологическое состояние (класс)
Умеренно опасная (С _{макс.})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное
Умеренно опасная (С _{средн.})	4	слабая	1	2,5	Условно благоприятное

Подобная оценка экологического состояния и степень загрязнения вод реки получены и при использовании методики, разработанной [19]: «благоприятная» экологическая среда и степень загрязнения - «слабо загрязненная тяжёлыми металлами». В тоже время, в случае использования максимальных концентраций загрязняющих веществ (табл. 2.25) ситуация (по железу общему) складывается гораздо худшая – экологическое состояние «опасное», а степень загрязнения – «значительно загрязнённая ТМ» (табл. 2.9).

Таким образом (для бассейна р. Уссури) наиболее неблагоприятная экологическая ситуация (по максимальным концентрации в воде тяжёлых металлов и уровню их токсичности) складывается в реках Уссури, Большая Уссурка, Бикин и Хор. В

перечисленных водотоках экологическая обстановка характеризуется преимущественно как «опасная» (по [19]).

К сожалению, на момент подготовки отчёта отсутствовали данные гидробиологического анализа качества вод рек бассейна р. Уссури, что не позволило установить экологическую ситуацию в рассмотренных водных объектах на основании данных показателей и сравнить их с результатами, полученными при использовании гидрохимических характеристик.

3 ОЦЕНКА МАСШТАБОВ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Оценка масштабов хозяйственного освоения бассейна р. Уссури проводилась на основе данных, приведенных в [20,21]. Абсолютно большую часть данной территории охватывают земли лесного фонда (рис. 3.1), что говорит о ее малой освоенности. Для осуществления хозяйственной деятельности земельный фонд здесь более всего используется для сельскохозяйственного производства.

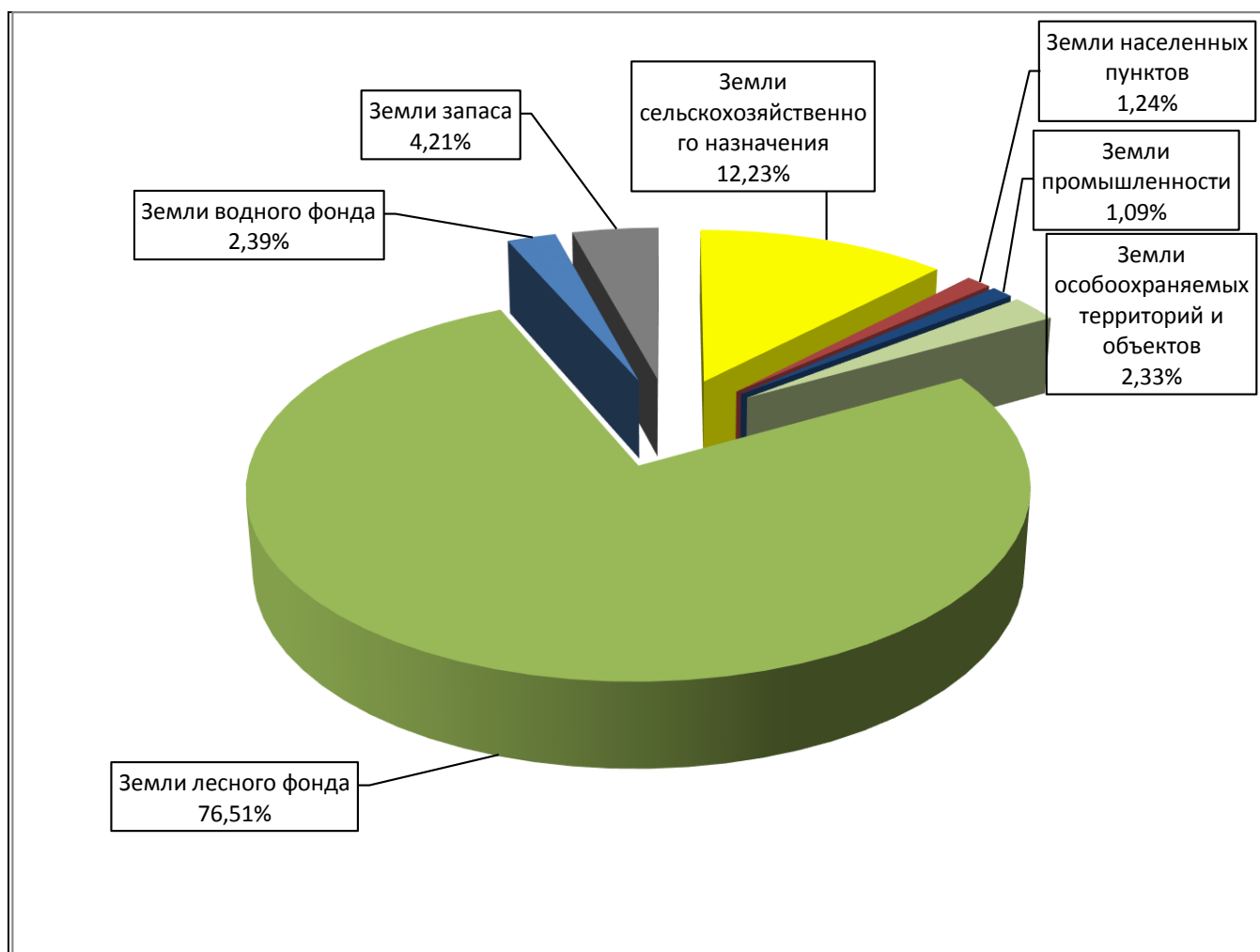


Рисунок 3.1 – Характеристика долевого соотношения площадей земель различных категорий

В части административно-территориальных единиц к наиболее освоенным могут быть отнесены земли муниципального района им. Лазо (Хабаровский край) и Пограничного, Ханкайского, Хорольского, Спасского, Кировского, Лесозаводского муниципальных районов Приморского края, где территории, подверженные антропогенной нагрузке, составляют величину, близкую либо превышающую 150,0 тыс. га (рис. 3.2). Так же к подобным территориям следует отнести городские округа

Приморского края Дальнереченск, Арсеньев и Спасск-Дальний т.к. абсолютно большая часть их земель является землями поселений, которые подвержены антропогенному воздействию. Ряд данных районов прилегает к озеру Ханка, так же по территории этих муниципальных образований протекают реки Нестеровка, Комиссаровка, Илистая, Кулешовка, Спасовка, Уссури, Сунгач, Большая Уссурка, Малиновка, Арсеньевка и Хор. Согласно информации, приведенной в [22], границы водоохраных зон для этих водотока не определены. Исключение составляет река Уссури, для которой в пределах Приморского края подобная работа проведена. Однако границы водоохраных зон на местности не закреплены, а это и выше изложенное указывает на пониженную эффективность охраны водных объектов от негативного воздействия хозяйственной деятельности в бассейне р. Уссури.

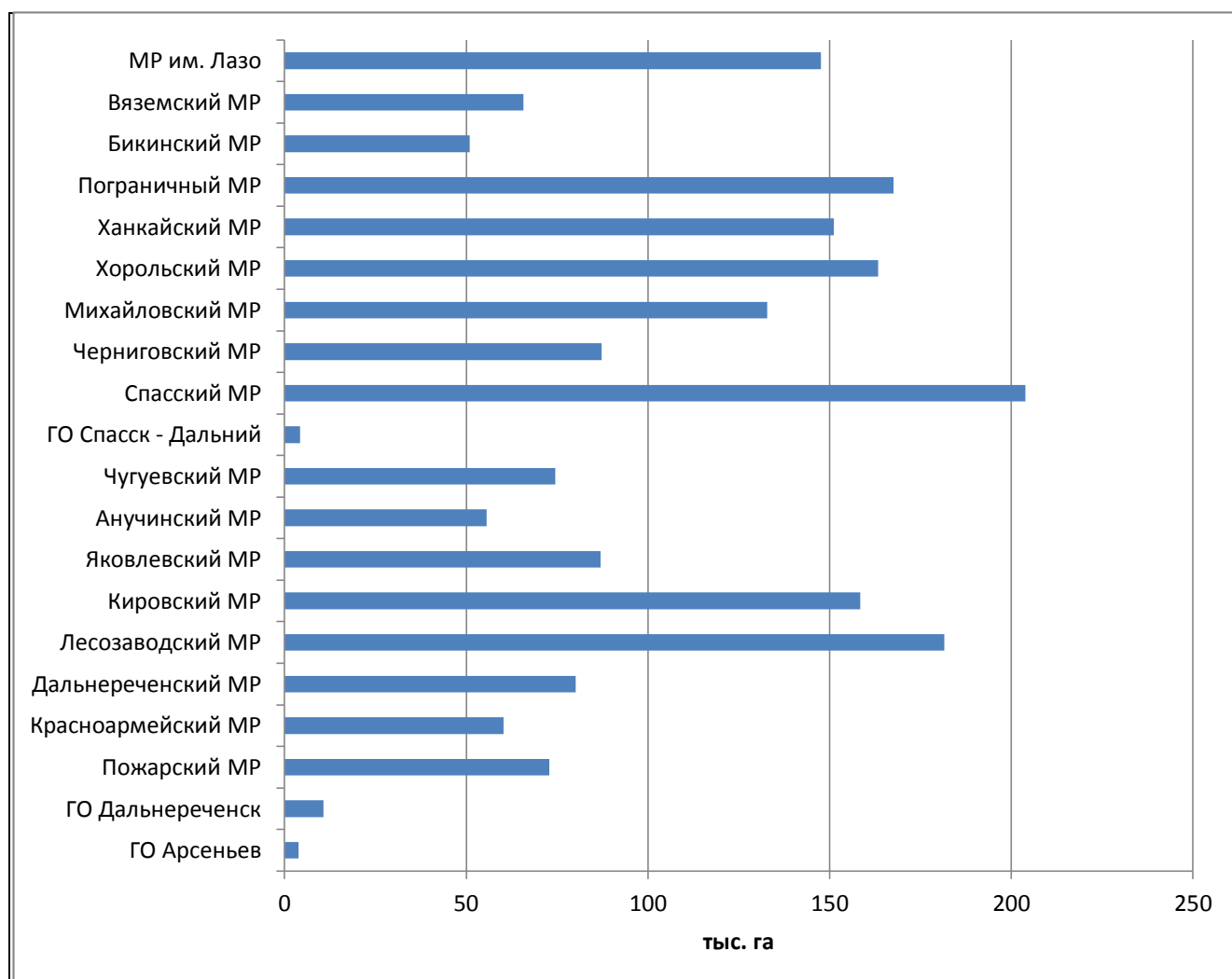


Рисунок 3.2 – Доли земель (сельхозугодия, земли застройки поселений и промышленности), подверженных антропогенной нагрузке, в составе территорий административных районов

Таким образом (резюмируя выше указанное), можно констатировать:

- в наибольшей степени земли бассейна р. Уссури используются для сельскохозяйственного производства;
- наибольшему хозяйственному использованию подвержена территория муниципального района им. Лазо (Хабаровский край), Пограничного, Ханкайского, Хорольского, Спасского, Кировского, Лесозаводского муниципальных районов Приморского края и городских округов Приморского края Дальнереченск, Арсеньев и Спасск-Дальний;
- эффективность охраны водных объектов бассейна р. Уссури от антропогенного воздействия, возможного в ходе осуществления хозяйственной деятельности на их водосборной площади, понижена вследствие того, что границы водоохранных зон для них не определены в полной мере либо не вынесены в натуру.

4 ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Оценка обеспеченности населения и экономики водными ресурсами проводилась путем сопоставления объемов нормативного водопотребления, рассчитанных для рассматриваемой территории, и фактического забора вод в 2010 году.

Для расчета объемов нормативного водопотребления использовались данные о численности населения [23] и величины удельного среднесуточного (за год) водопотребления на одного жителя, рекомендованные [24]. Объемы фактического забора воды оценивались по информации, изложенной в книге 1 разрабатываемой Схемы.

За критерий, характеризующий обеспеченность населения и экономики водными ресурсами, принята величина гарантированного водообеспечения. Она представлена в % от объема расчетного нормативного водопотребления населенных пунктов и экономики. Расчет этого показателя проведен как для отдельных водохозяйственных участков, так и для рассматриваемой территории в целом (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Оценка водообеспечения населения и экономики

ВХУ	Численность населения, чел. / удельное среднесуточное (за год) водопотребление на одного жителя, л/сут.		Расчётное нормативное водопотребление, тыс. куб.м/сут.		Суммарное расчётное нормативное водопотребление, тыс. куб. м/сут.	Забор пресных поверхностных и подземных вод в 2010 году, тыс. куб. м/сут.	Гарантированное водообеспечение (по состоянию на 2010 г.), %
	Городское	Сельское	Города	Сельские населенные пункты			
20.03.07.001	$\frac{83594}{600}$	$\frac{148838}{150}$	50,2	22,3	72,48	180,41	248,91
20.03.07.002	$\frac{112534}{600}$	$\frac{66738}{150}$	67,5	10,0	77,53	43,86*	56,57
20.03.07.003	$\frac{31671}{600}$	$\frac{32978}{150}$	19,0	4,95	23,95	10,44	43,59
20.03.07.004	$\frac{40579}{600}$	$\frac{11101}{150}$	24,3	1,7	26,01	49,21	189,20
20.03.07.005	$\frac{25894}{600}$	$\frac{23365}{150}$	15,5	3,5	19,04	4,19	22,01
20.03.07.006	$\frac{16867}{600}$	$\frac{8384}{150}$	10,1	1,3	11,38	10,16	89,28
ВСЕГО:	307157	291404	184,2	43,7	228	303,42	133,08

Примечание: 1. Удельное водопотребление включает расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в жилых и общественных зданиях, нужды местной промышленности, поливку улиц и зеленых насаждений.
2. Без учета забора шахтно-рудничных вод т.к. они не используются для водообеспечения.

Результаты проделанной работы показали, что в целом рассматриваемая территория, характеризуется высокой (для комфортного проживания населения и нормального функционирования экономики) обеспеченностью водными ресурсами - величина гарантированного водообеспечения равна 133,08 %.

Однако в пределах нескольких водохозяйственных участков имеет место достаточно низкая величина гарантированного водообеспечения: 20.03.07.002 (56,57 %), 20.03.07.003 (43,59 %), 20.03.07.005 (22,01 %). Это указывает на то, что обеспечение (в достаточном количестве) населения и экономики водными ресурсами здесь является одной из ключевых задач, которые необходимо решить для обеспечения социально-экономического развития территории.

5 ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ НЕГАТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВОД

5.1 Наводнения

Уссури - многоводная река, особенно в нижнем течении, где принимает справа наиболее значительные свои притоки - Большая Уссурка, Бикин и Хор. В летне-осенний период по реке проходит 95-97% объема годового стока [25].

Для рек бассейна р. Уссури характерен паводочный режим в течение всего теплого периода года. Формирование паводков в бассейнах рек происходит сравнительно быстро, при этом часто они достигают значительной высоты и вызывают наводнения - большие разливы воды, сопровождающиеся затоплением сельскохозяйственных угодий, промышленных предприятий и населенных пунктов.

При раннем потеплении и интенсивных весенних дождях происходит бурное таяние снега в горах, что обуславливает формирование на некоторых реках бассейна высокого снего-дождевого половодья. Случаи кратковременных наводнений наблюдались иногда во время весеннего ледохода при заторах льда.

Поступление талых вод в реку Уссури и подъем уровня начинается в конце марта - начале апреля и происходит довольно интенсивно. Неравномерное таяние снега на равнинных участках бассейна и в горах, временное похолодание и потепление, выпадение значительных дождей в мае или в начале июня - все это обуславливает формирование многопикового смешанного снего-дождевого половодья, продолжающегося обычно до конца июня. Наивысшие уровни воды наблюдаются в начале или середине мая. Иногда они приурочены к весеннему ледоходу, который происходит на подъеме волны половодья во второй половине апреля. Высота их в среднем составляет 2-2,8 м, а в отдельные годы достигает 3,8-4,2 м над УУВ [25].

Значительные по величине паводки, вызывающие наводнения, формируются, как правило, продолжительными дождями с интенсивностью от 3 до 20 мм/час. Характерной чертой в распределении осадков является также их неравномерность - в мае и июне осадков обычно выпадает мало (засушливый

период), в июле - августе количество их резко возрастает.

Дождевые паводки наблюдаются в течение всего теплого периода года (в том числе и на спаде половодья), но наиболее значительные из них приурочены обычно к августу и сентябрю (иногда — к июлю). Высота их достигает 4,5—5,1 м над УУВ в верхнем течении реки и 3,3-3,7 м - на участке ее нижнего течения. Наибольшая интенсивность подъема уровня воды составляет соответственно до 2,4 м/сутки. Всего в течение летне-осеннего периода по реке проходит 2-4, в отдельные годы - 6 паводков. Иногда паводки накладываются друг на друга и образуют многовершинный (многомодальный) паводок, продолжающийся 30-40 дней. При движении очень больших паводков по длине реки происходит значительное их распластывание за счет разлива воды по поверхности обширной поймы.

На реках бассейна р. Уссури в отдельные годы наблюдаются очень высокие уровни воды. При достижении определенных отметок, называемых критическими или опасными, нарушается нормальная эксплуатация отдельных хозяйственных объектов, затрудняется использование водных или земельных ресурсов, а также происходит затопление населенных пунктов и промышленных предприятий.

Величина подъема уровней воды во время катастрофических наводнений над средним многолетним низшим уровнем за период открытого русла изменяется от 2,5-4,0 м в верхнем течении р. Уссури и до 4,0-8,0 м в её нижнем течении [25].

Большие и очень большие разливы от дождевых паводков возникают преимущественно в августе-сентябре. Наиболее поздние (в середине октября) возникали в нижнем течении р. Уссури.

На малых реках и в верхнем течении средних и крупных рек бассейна р. Уссури глубина затопления пойм при обычных и больших наводнениях не превышает 1,0-1,3 м, а при катастрофических наводнениях увеличивается до 2,0 м. В среднем и нижнем течении больших рек при обычных наводнениях затопление пойм достигает глубины 0,3-1,8 м, при больших - 1,2-2,5 м и при катастрофических наводнениях - 1,7-3,6 м. Высота слоя воды на пойме увели-

чивается вниз по течению до выхода рек на низменности, где паводочные волны распластываются за счет разлива по пойме [25].

По продолжительности затопления пойм территории бассейна р. Уссури наиболее продолжительные разливы (от 50 до 100 суток) наблюдаются в долине р. Уссури, в нижнем течении рек Илистая и Б.Уссурки. Менее продолжительные наводнения (до 35 суток) отмечаются на участках рек в предгорной зоне (нижнее и среднее течение рек Арсеньевки, в верховьях Уссури, Машиновки, Бикина и Хора).

Обычные наводнения на реках бассейна наблюдаются почти ежегодно, а в отдельные годы - по два-три раза. Большие наводнения имеют преимущественно локальный характер, охватывая сравнительно небольшие территории, и наблюдаются значительно реже - через 5-8 лет. Особо выдающиеся наводнения, охватывающие одновременно несколько крупных бассейнов, повторяются один раз в 7-12 лет [25].

Повторяемость больших и, очень больших наводнений один раз в 2-4 года характерна для бассейнов рек Илестой, Спасовки, Арсеньевки, нижнего течения Б.Уссурки и Хор).

На продолжительность наводнений в бассейнах рек Илестая и Спасовка большое влияние оказывает пропускная способность русел этих рек, протекающих в нижнем течении по равнинной и заболоченной местности. Небольшие дожди в верхнем течении этих рек вызывают значительные разливы рек в их низовьях. В отдельных случаях затоплению приустьевых участков пойм способствуют ветровые нагоны воды из оз. Ханка. Наводнения на реке Илестая отмечаются преимущественно со второй половины лета.

Катастрофические паводки на р. Арсеньевки обычно связаны с выходом южных циклонов. Значительные дожди, продолжительностью в несколько суток, вызывают резкий подъем уровня воды и затопление поймы. Наиболее сильные наводнения характерны для бассейна р. Большая Уссурка, расположенного на пути движения западных циклонов. Дожди здесь выпадают обычно несколькими сериями. Вначале дожди увлажняют поверхность бассейна и

вызывают незначительный подъем уровней воды, а затем обуславливают интенсивный подъем уровня и затопление пойм. Очень большие наводнения в долине р. Большой Уссури чаще всего формируются за счет паводков, образующихся на притоках и накладывающихся друг на друга. Особенно катастрофический характер они приобретают на участке нижнего течения р. Большой Уссури, где долина переходит в широкую и заболоченную низменность. Глубина затопления пойм в очень большие наводнения составляет 2- 4 м, средняя продолжительность затопления - 10-40 суток [25].

Наводнения в долине р. Уссури формируются за счет стока воды ее основных притоков (Арсеньевки, Большой Уссури и Хор). В отдельные годы наводнение на р. Уссури может быть обусловлено паводочным стоком одной из ее составляющих. Отмечены также случаи, когда наводнения в верхнем течении р. Уссури формировались паводками с небольших притоков - Тамги, Кабарги, Крыловки и Преображенки.

Большие разливы воды в весенний период наблюдаются на реках по всему бассейну, очень большие - лишь на реках Уссури, Арсеньевки, Илистая, Б.Уссурка и Малиновка [25].

Распределение наводнений от дождевых паводков по бассейнам рек Приморья характеризуется следующими данными. Из общего числа больших и очень больших наводнений, наблюдавшихся за период 1900- 1967 гг., на бассейн р. Уссури приходится 60%. В бассейне Уссури наводнения распределяются следующим образом: на реки Б.Уссурка и Малиновка приходится 34%, на р. Уссури - 21%, на реки бассейна оз. Ханка- 20%, на р. Арсеньевки 10%, на р. Хор -8% , на Верхней Уссури - 5% и на р. Бикин - 2% [25].

Из общей суммы убытков, вызываемых наводнениями в Приморье, около 60% падает на сельское хозяйство, 17%—на промышленность, 9% — на транспорт и связь и около 14% —на другие отрасли народного хозяйства. Особенно большие убытки от затопления сельскохозяйственных угодий приносят разливы рек Раздольной (15% общей суммы убытков), Кулешовки и Спасовки (11%), Уссури (11%), Мельгуновки, Иистой и Изюбринка (8%) [1]. Наибольшие убытки промышлен-

ности и коммунальному хозяйству приносит затопление городов Лесозаводска (за последние годы территория города подтапливалась более 9 наводнениями) и города Дальнереченска (более 5 наводнениями). Во время очень больших наводнений продолжительность подтопления этих городов достигает 8-11 дней [25]. Характеристика затапливаемых территорий в бассейне р. Уссури приводится в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Характеристика затапливаемых в бассейне территорий [26 - 28]

Бассейн	Площадь зоны затопления па- водком 1 % обеспеченности, км ²	Площадь за- тапливаемой застройки населенных пунктов, км ²	Площадь затаплива- емых сельскохозяй- ственных угодий, км ²	Численность насе- ления в зоне затоп- ления, тыс. человек
Уссури	9214,8	97,12	2437,8	133,993
Итого	9214,8	2534,92		133,993

Анализ данных таблицы 5.1 показывает, что в зону затопления попадают территории как населенных пунктов, так и территории сельскохозяйственных угодий. При этом количество населения, которое проживает в зоне затопления составляет порядка 133,993 тысяч человек.

5.2 Русловые процессы

Река Уссури берет свое начало на западных склонах хребта Сихотэ-Алинь. В верхнем течении для реки характерны горные типы русловых процессов. Здесь она протекает с юга-востока на северо-запад. Ниже направление течения реки становится меридиональным - с юга на север. На этом участке русло реки - полугорное, широкопойменное, разветвленное с прорванными излучинами. В среднем и нижнем течении река имеет широкую долину с большой затапливаемой в половодье поймой, которая в низовьях реки часто заболочена. На участке среднего и нижнего течения к реке часто подходят горные массивы - западные отроги Сихотэ-Алиня. В нижнем течении и частично в среднем русло реки преимущественно разветвленное. На большей части своего протяжения русло реки слабоустойчивое [29].

На участке от г. Лесозаводска до впадения правого притока - р. Большая Уссурка (479-360 км) Уссури имеет широкопойменное, преимущественно

меандрирующее русло. Ограниченные условия развития русловых деформаций отмечаются только в отдельных местах, где река подходит к отрогам хребта Сихотэ-Алинь.

На данном участке формы излучин весьма разнообразны - от простых сегментных пологих до сложных петлеобразных (омеговидных). Наиболее интенсивные горизонтальные деформации русла связаны с его меандрированием. За период с 1967 г. по 2000 г. продольное смещение пологих излучин достигало в среднем 100-150 м/год, что соответствует средним темпам размыва берегов 3,0-5,0 м/год. На отдельных участках максимальное отступление берегов составило за этот же период 200-250 м, т.е. скорость размыва берега была 6,0-7,0 м/год. Поперечное смещение пологих излучин происходило более медленными темпами. Вершины отдельных излучин отступали с максимальными скоростями размыва до 3,0-3,5 м/год. Наиболее интенсивные размывы берегов отмечались на сложных омеговидных излучинах. Скорость размыва берегов крыльев таких излучин составила в среднем за период сопоставления около 3,0 м/год. Более интенсивно происходил размыв берега в их вершинах. Здесь скорость отступления берега составляла в среднем 3,5-5,0 м/год, при максимальной скорости на отдельных излучинах 7,5-8,0 м/год [29].

Наименьшие темпы размыва берегов наблюдаются там, где русло располагается возле коренного берега. Так, практически не наблюдался размыв берега за период 1967 - 2000 гг. в районе гор Красная Сопка и Сопка, где интенсивность размыва не превышала нескольких сантиметров в год из-за высокой противоэрозионной устойчивости пород, слагающих берега.

С процессом меандрирования на участке Уссури от г. Лесозаводска до устья р. Большая Уссурка, связаны наибольшие переформирования русла. Таковы участки русла в районе заливов Прокоповича и Ильина. Омеговидные излучины спрямились благодаря размыву берегов в вершинах излучин, образовавшихся на их крыльях и обусловивших форму самой сложной излучины. В настоящее время наиболее вероятно спрямление омеговидной излучины в районе расположения населенного пункта Тункуачтэнь (КНР). Здесь происхо-

дит сближение верхнего и нижнего крыльев излучины за счет интенсивного размыва (150 м за 33 года) верхнего крыла. Учитывая, что минимальная ширина перешейка между крыльями излучины составляет всего 200 м и пойма затапливается на данном участке во время прохождения половодья и высоких дождевых паводков, следует ожидать прорыва излучины уже в ближайшие годы. После спрямления излучины произойдет перераспределение стока воды в пользу спрямляющего рукава, а современное русло Уссури постепенно превратится в староречье. Такие переформирования приведут к потере части территории России т.к. государственная граница проходит по фарватеру Уссури, а отчленившаяся часть шпоры излучины отойдет к территории КНР [29].

У островов Графских отмечено их регрессивное смещение; в центральной части русла они объединились в единый остров, который вырос вверх по течению на 250 м за 33 года, т.е. средние темпы приращения острова составляли 7,0-8,0 м/год. Аккумуляции наносов здесь способствовало не только их дополнительное поступление в результате размыва берегов на излучинах, но и подпор, от р. Большой Уссурики. В конечном счете на этом участке наращивание площади островов в правобережной части русла способствовало сохранению большей части стока воды в левобережном рукаве. Основные скорости многолетних горизонтальных деформаций для рассматриваемого участка Уссури приведены в таблице 5.2 [29].

Таблица 5.2 - Характерные скорости горизонтальных деформаций русла Уссури на участке от г. Лесозаводск до слияния с р. Большая Уссурика

Тип русла	Средние скорости размыва берегов, м/год	Максимальные скорости размыва берегов, м/год	Средние скорости приращения островов за счет аккумуляции, м/год	Максимальные скорости приращения (+) или размыва (-) островов, м/год
Меандрирующее (сегментные излучины)	3,0-5,0	5,0 -7,0		
Меандрирующее (омеговидные излучины)	3,0-5,0	7,5 - 8,0		
Разветвленное	1,0-2,0	3,0-4,0	5,0-6,0	+(20-25); -(10)
Относительно прямолинейное	1,0-2,0	3,5-4,0		

Для участка русла Уссури от устья р. Большая Уссурка до устья р. Бикина (360-215 км) характерно чередование свободных и ограниченных условий развития русловых деформаций с преобладанием первых. На некоторых отрезках русла отроги хребта Сихотэ-Алинь в виде сопок (Половинка, Нижнемихайловская, Зарубинская и др.), подходя к реке, ограничивают темпы горизонтальных деформаций.

Свободные излучины занимают свыше 60% от протяженности участка. Доля разветвленных русел составляет 30%. Разветвления в основном приурочены к местным расширениям русла (о-ва Амбарский, Зарубинские, Максун, Сторожевой) или к вершинам отдельных излучин (о-ва Тарасовский, Сиянский, Спорный, Даманский и др.). Разветвления в вершинах излучин, чаще всего образованы в результате достижения излучиной критических значений с последующим образованием спрямляющей протоки, проходящей через шпору излучины. Наименее распространено на участке относительно прямолинейное русло. Оно в основном приурочено к местам, где река проходит вдоль ведущего коренного берега (отрогами хребта Сихотэ-Алинь). На их долю приходится менее 5% от общей протяженности рассматриваемого участка [29].

Наибольшие скорости размыва берегов характерны для излучин. Средние скорости размыва берегов на крыльях излучин составляют 2,0-3,0 м/год. В отдельных случаях максимальные скорости размыва повышаются до 3,5-5,0 м/год. Наиболее интенсивные многолетние горизонтальные деформации отмечаются на участках разветвленного русла. Обычно наблюдается интенсивный размыв берегов островов со стороны главных (многоводных) рукавов. Здесь средние скорости размыва достигают 3,0-4,0 м/год при максимальных до 5,0-6,5 м/год. Для разветвлений в большей мере характерна регрессивная форма смещения островов. Разветвление русла о. Максун, к которому причленился расположенный выше по течению небольшой остров с отмелью у своего оголовка. За период 1967 - 2000 гг. прирост острова с оголовка составил 500 м. В итоге остров увеличился по длине на 1500 м. Однако на этом фоне происходил размыв оголовка бывшей исходной части острова на 200 м, что соот-

ветствует средней скорости размыва до 6,5 м/год. Размыв берега со стороны многоводного рукава в среднем происходил со скоростью 4,0-4,5 м/год, а на участке, прилегающем к оголовку острова до 6,0 м/год. Многолетние переформирования отмечались и во второстепенном правобережном рукаве. Данные русловые переформирования на участке о. Максуня не повлекут за собой изменения современного положения фарватера [29].

Наиболее проблемным на участке русла Уссури от устья р. Большая Уссурика до устья р. Бикина является участок русла с разветвлением о. Сторожевой. Он находится в местном расширении русла и его положение приурочено к верхнему крылу излучины, вершина которой находится в районе пос. Жаохэ (КНР). Анализ многолетних горизонтальных деформаций на этом участке русла показывает, что до определенного момента времени основной сток воды был сосредоточен в левом рукаве. На это указывает и размыв левого берега, на котором расположен пос. Жаохэ, составивший около 100 м за 33 года. В настоящее время берег в районе пос. Жаохэ укреплен противопаводковой дамбой и перестал размываться. Однако в дальнейшем наблюдалось постепенное увеличение стока воды в правом рукаве. Такое перераспределение стока подтверждается размывом берега острова со стороны правобережного рукава - берег за период 1967 - 2000 гг. отступил на 100-150 м, при этом наиболее существенно размывлось ухвостье острова. Одновременно с размывом правого берега острова произошло наращивание его левого берега на оголовке (до 50-100 м). Такие переформирования показывают, что остров начал смещаться в левую часть русла (в сторону КНР). Еще одним подтверждением возможности смещения острова и его последующего присоединения к левому берегу служит пример безымянного острова, располагавшегося в 1967 г. ниже по течению от о. Сторожевого. Данный остров, расположенный в вершине излучины, сместился в сторону левого берега и причленился к нему.

В конечном счете следует ожидать перераспределение основного стока воды в пользу правого рукава у о. Сторожевого, что приведет к отходу острова к КНР. Развитию такого сценария во многом будет способствовать наличие берегозащитных

сооружений на территории КНР, где противопаводковые дамбы выполняют не только защитные от наводнений функции, но и препятствуют дальнейшему размыву берега. Проведение берегозащитных работ на территории России могло бы существенно изменить ход русловых процессов на данном участке [29].

Основные скорости многолетних горизонтальных деформаций для рассматриваемого участка Уссури приведены в таблице 5.3 [29].

Таблица 5.3. - Характерные скорости многолетних горизонтальных деформаций русла Уссури на участке от устья р. Большая Уссурка до устья р. Бикин.

Тип русла	Средние скорости размыва берегов, м/год	Максимальные скорости размыва берегов, м/год	Средние скорости приращения островов за счет аккумуляции, м/год	Максимальные скорости приращения (+) или размыва (-) островов, м/год
Меандрирующее (пологие излучины)	2,0-3,0	3,5-5,0		
Меандрирующее (крутые излучины)	2,5-3,5	4,0-4,5		
Разветвленное	3,0-4,0	5,0-6,5	6,0-8,0	+(15-17), -(7,0-10)
Относительно прямолинейное	0-1,0	0-2,0		

На участке русла Уссури от устья р. Бикина до слияния с Амуром (215-0 км) русло реки широкопойменное, преимущественно разветвленное, с большой долей прорванных излучин. Ограничение развития горизонтальных русловых деформаций создают только подходы отрогов хребта Сихотэ-Алинь по правому берегу между устьем р. Бикина до впадения правобережного притока - р. Хора. Ниже по течению для Уссури характерна широкопойменная долина с двусторонней поймой.

На участке русла Уссури между впадением правобережных притоков Бикина и Хора преобладающим типом русла являются разветвления, характеризующиеся наибольшими переформированиями в многолетнем плане. Одним из таких участков является русловое разветвление, образованное островом Кутузовым. Данное разветвление сформировалось в результате прорыва излучины. За период 1967-2000 гг.

на рассматриваемом участке произошли существенные изменения, связанные с размывом берегов и аккумуляцией наносов в русле. В частности произошел размыв левого берега в верхней части главного рукава. Здесь левый берег отступил в среднем на 150 м, что соответствует скорости размыва 4,0-4,5 м/год. В нижней части главного рукава размывался правый берег (о. Кутузов). Здесь скорость размыва достигала 4,0 м/год. При сохранении данной тенденции перераспределения стока воды и многолетних горизонтальных деформаций можно ожидать увеличение водности правого рукава и превращение современного (левобережного) рукава во второстепенный (наносоотсасывающий). За таким перераспределением стока последует неизбежный перевод фарватера в правый рукав. В результате остров Кутузов может отойти к территории КНР [29].

Ниже по течению от острова Кутузов отмечается размыв выпуклого левого (китайского) берега на излучине со скоростью 7,5-8,0 м/год, при наращивании противоположного вогнутого (российского) берега со скоростью до 3,0 м/год. Кроме того, наблюдается смещение нижерасположенного острова Файнгоф за счет роста его оголовка со скоростью 14-16 м/год. Такие переформирования закрепляют повышенную водоносность правобережного рукава острова Файнгоф и соответственно положение границы России и КНР [29].

На участке разветвления о. Киселевским в ближайшем будущем можно ожидать изменение положения фарватера, в результате перераспределения стока воды между правым и левым рукавом. На данном участке русла в период между 1967 г и 2000 г произошел размыв левого берега в районе оголовка острова. Здесь берег отступил в среднем на 150 м, т.е. размыв шел со скоростью 4,0-4,5 м/год. Одновременно с размывом левого берега происходило наращивание оголовка острова со стороны левого рукава. Интенсивная аккумуляция наносов привела к тому, что остров сместился влево на 550 м, что соответствует скорости приращения берега до 18,0 м/год. Аккумуляция наносов на оголовке острова повлекла за собой его смещение вверх на 150 м. Кроме того, на заходе в левый рукав аккумуляция наносов привела к формированию двух новых небольших островов. Наиболее крупный из них имеет длину 550 м и ширину свыше 300 м. Все эти переформирования привели к

сокращению пропускной способности левого рукава. В конечном итоге они должны привести к перераспределению стока воды между рукавами. Наиболее вероятно, что правобережный рукав (протока Киселевская) станет более полноводным, тогда как левый рукав превратится в “наносоотсасывющую” протоку. Эта тенденция перераспределения стока воды в пользу протоки Киселевской может усилиться за счет размыва правого берега в районе с. Аргуньского. В период 1967 - 2000 гг. размыв берега на подходе и заходе в протоку Киселевская составил около 100 м (средняя скорость размыва - 3,0-3,5 м/год). Такие деформации правого берега привели к увеличению общей ширины русла протоки. Дальнейший размыв правого берега усилит тенденцию отвлечения большей части стока воды в протоку Киселевскую, что неизбежно приведет к переходу фарватера в правый рукав, а вслед за ним и перенос границы в него. В результате сохранения естественных тенденций переформирования русла следует ожидать, что произойдет утрата острова Киселевского - как территории России [29].

В районе островов Невельские Уссури имеет широкопойменное русло; двустороннюю пойму в начале участка и левобережную в нижней его части, где река подходит к уступу правобережной террасы. Наиболее существенное переформирование русла произошло в разветвлении островами Невельскими и островом Фонарным, разделяющим заход в правый рукав на две протоки. Здесь средние скорости размыв достигали 3,0-4,0 м/год. Произошел размыв и оголовка о. Невельского на 400 м за 33 года (скорость размыва - 14,0 м/год). При этом размывался как левый, так и правый берег верхней части острова. Размыв правого берега острова повлек за собой увеличение ширины протоки, находящейся между ним и о. Фонарным, с 250 до 350 м. При сохранении современных тенденций развития русловых деформаций можно ожидать, что левый рукав перестанет быть основным для пропуска стока воды. При дальнейшем размыве оголовка острова Невельского протока, располагающаяся между островами Фонарным и Невельским, может стать конкурирующей с левым рукавом. В конечном итоге в перспективе можно ожидать перемещение основного стока воды в правый рукав и постепенное обмеление левого рукава у о. Невельского. Такое перераспределение стока воды может также привести к пере-

смотрю положения границы между Россией и КНР с переходом о. Невельского к территории КНР [29]. Рассмотренные многолетние деформации для участка русла р. Уссури от устья р. Бикин до впадения в Амур, позволяют сделать несколько выводов и определить характерные темпы горизонтальных деформаций (таблица 5.4) [29].

Таблица 5.4 - Характерные скорости многолетних горизонтальных деформаций русла Уссури на участке от устья р. Бикин до впадения в р. Амур

Тип русла	Диапазон скоростей деформаций, м/год			
	Средние скорости размыва берегов, м/год	Максимальные скорости размыва берегов, м/год	Средние скорости приращения островов за счет аккумуляции, м/год	Максимальные скорости приращения (+) или размыва (—) островов, м/год
Меандрирующее	3,0-5,0	6,0-8,0	-	-
Разветвленное	3,0-4,0	4,5-6,0	4,0-7,0	+(30,0-33,0); -(15,0-20,0)
Относительно прямолинейное	0-3,5	4,0-5,0		

В целом на участке от устья р. Бикин до узла слияния с Амуром, русло Уссури имеет общую тенденцию смещаться к правому берегу. На отдельных разветвленных участках такое смещение приводит к перераспределению стока воды в пользу правобережных рукавов. При этом происходит изменение местоположение фарватера и государственной границы, которое будет приводить к потерям территории России.

6 ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНОГО БАССЕЙНА

Интегральная оценка экологического состояния территории, относящейся к исследуемой части бассейна р. Уссури, осуществлялась на основе [17] с использованием критериев характеризующих:

- уровень загрязнения донных отложений;
- уровень загрязнения почв;
- опасность проявления эндогенных процессов;
- опасность проявления экзогенных процессов.

Итоги работы по определению уровня загрязнения донных отложений приведены в таблице 6.1. Данные, указанные в [30,31], позволили провести оценку их качественного состояния в двух створах, расположенных на р. Уссури и р. Сунгач. Степень загрязнения оценивалась по максимальному содержанию следующих ингредиентов – мышьяк, ртуть, кадмий, хром (VI) и свинец.

Таблица 6.1 – Оценка уровня загрязнения донных отложений р. Уссури

Наименование токсичных веществ	Максимальное содержание в мг/кг	Степень загрязнения	Оценочный балл
р. Уссури, район с. Казакевичево (РФ)			
Мышьяк	6,73	чрезвычайно опасное	10
Ртуть	0,026	допустимое	
Кадмий	0,31	допустимое	
Хром (VI)	17,07	опасное	
Свинец	13,26	допустимое	
р. Сунгача, исток реки - Лунванмяо			
Мышьяк	0,78 - 4,3	опасное	7
Ртуть	0,03 – 0,032	допустимое	
Кадмий	менее 0,02 – 0,04	допустимое	
Хром (VI)	0,7 - 4,4	допустимое	
Свинец	4,3 – 9,52	допустимое	
Сумма			17
Количество показателей			2

Полученные результаты показали, что мышьяк загрязняет донные отложения в чрезвычайно опасной и опасной степени. Указанное позволяет предположить, что

значительное негативное влияние на экологическое состояние донных отложений в районе исследований оказывает загрязнение их этим ингредиентом.

Итоги работы по определению уровня загрязнения почв приведены в таблице 6.2. Данные, указанные в [32 - 34], позволили провести оценку качественного состояния почвенного покрова для трех территорий. Степень загрязнения оценивалась также по максимальному содержанию тяжелых металлов и пестицидов.

Таблица 6.2 – Оценка уровня загрязнения почв

Наименование загрязняющих веществ	Максимальное содержание в мг/кг	Степень загрязнения	Оценочный балл
земли, используемые ЗАО «Приморская соя», Яковлевский район, Приморский край			
ДДТ	0,269	умеренно опасное	4
земли, используемые объединением личных подсобных хозяйств «Путиенко», Черниговский район, Приморский край			
ДДТ	0,23	умеренно опасное	4
Михайловский район, Приморского края (сельхозугодия)			
Кадмий	0,45	допустимое	7
Свинец	29,72	допустимое	
Цинк	34,02	допустимое	
Никель	19,67	допустимое	
Медь (подвижная форма)	5,79	опасное	
Кобальт	17,58	допустимое	
Сумма			15
Количество показателей			3

Результаты проведенной оценки показали, что здесь медь может загрязнять сельхозугодия в опасной степени, а загрязнение их пестицидами относится к категории «умеренно опасная». Это говорит о том, что наибольшее негативное влияние на их экологическое состояние оказывает загрязнение почв указанным выше тяжелым металлом.

Оценка опасности проявления эндогенных процессов (землетрясений) осуществлялась на основе данных [35]. В итоге проведенной работы было установлено, что рассматриваемая территория характеризуется сильной степенью опасности их проявлений (табл. 6.3).

Таблица 6.3 - Оценка опасности проявления эндогенных процессов

Гидрографическая единица, к которой относится водосборная площадь	Максимальная сейсмичность района (баллы по шкале MSK-64)	Степень опасности	Оценочный балл
Уссури	8,0	сильная	7

Сумма	7
Количество показателей	1

Уточнение перечня экзогенных геологических процессов (ЭГП), проявление которых возможно в пределах бассейна р. Уссури, осуществлялось на основе [36 - 38] и информации, изложенной в предыдущем разделе. Всего было выделено девять видов ЭГП. Оценка опасности их проявления проводилась на основе данных, указанных в [37,38]. Результаты определения степени опасности проявлений ЭГП на рассматриваемой территории сведены в таблицу 6.4, из которой видно, что наиболее опасными видами экзогенных геологических процессов здесь являются оползневый процесс, русловые процессы (переработка берегов) и затопление.

Таблица 6.4 – Оценка опасности проявлений экзогенных геологических процессов

Основные типы ЭГП, характерных для рассматриваемой территории	Степень опасности проявлений ЭГП	Оценочный балл
оползневый	сильная	7
обвально-осыпной	умеренная	4
селевой	умеренная	4
карстовый	практически отсутствует	1
подтопление	умеренная	4
овражная эрозия	умеренная	4
переработка берегов (русловые процессы)	сильная	7
криогенный	умеренная	4
затопление	очень сильная	10
Сумма		45
Количество показателей		9

Полученные критерии, характеризующие уровень загрязнения донных отложений и почв, опасность проявления эндогенных и экзогенных процессов, дали возможность провести интегральную оценку экологического состояния рассматриваемой территории (табл. 6.5). Средний оценочный балл позволяет оценить экологическое состояние района исследований как «неблагоприятное». Однако экологическое состояние данной территории следует оценивать как «весьма неблагоприятное» независимо от результатов оценки по среднему оценочному баллу в связи с тем, что для участка русла р. Уссури была выявлена «чрезвычайно опасная» степень химического загрязнения донных отложений [17].

Таблица 6.5 – Интегральная оценка экологического состояния бассейна

Общее ко-	Сумма	Средний	Экологическое состояние,	Экологическое состояние по ре-
-----------	-------	---------	--------------------------	--------------------------------

число показателей	оценочных баллов	оценочный балл	соответствующее среднему оценочному баллу	результатам оценки уровня загряз- нения донных отложений
15	84	5,6	Неблагоприятное	Весьма неблагоприятное

7 КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕРРИТОРИИ

Результаты, полученные в ходе оценки масштабов хозяйственного освоения речного бассейна, водообеспеченности, экологического состояния водных объектов и рассматриваемой территории в целом (разделы 2 - 6), позволили определить перечень имеющих место ключевых проблем речного бассейна остроту которых можно снизить в рамках реализации СКИОВО (табл. 7.1) на основании [39].

Всего было выделено четыре ключевые проблемы. Как видно из таблицы 7.2 их наличие оказывает негативное влияние на окружающую среду и на значительную часть сфер деятельности, необходимой для стабильного социально-экономического развития территории. Более всего страдает здоровье населения и ухудшаются условия водоснабжения, как населения, так и объектов промышленного производства. Так же (при этом) в значительной степени неблагоприятному влиянию подвержены промышленное и сельскохозяйственное производство, обостряются вопросы демографии, ухудшается состояние водно-биологических ресурсов и объектов животного мира, оказывается негативное влияние на условия рекреации и состояние земельных ресурсов.

Таблица 7.1 – Перечень ключевых проблем имеющих место на рассматриваемой территории

№ п/п	Наименование	Основные факторы, способствующие возникновению проблемы
1 Проблемы экологического состояния водных объектов		
1.1	Загрязнение поверхностных водных объектов	природные, антропогенные
2 Проблемы негативного воздействия вод		
2.1	Русловые процессы (речная эрозия)	природные, антропогенные
2.2	Затопление территорий	природные
3 Проблемы организационно-управленческого характера		
3.1	Эффективность охраны водных объектов от антропогенного воздействия понижена вследствие того, что границы водоохранных зон для них не определены в полной мере либо не вынесены в натуру.	антропогенные
4 Проблемы водообеспечения		
4.1	Недостаточная обеспеченность населения и эконо-	антропогенные

	мики водными ресурсами (ВХУ 20.03.07.002, 20.03.07.003, 20.03.07.005, 20.03.07.006)	
--	---	--

Таблица 7.2 – Перечень сфер деятельности и компонентов окружающей среды, подверженных неблагоприятному влиянию вследствие наличия проблем речного бассейна

Наименование	Оказывается негативное влияние на:										
	Промышленное производство	Сельскохозяйственное производство	Обеспечение населения жильем	Численность населения	Здоровье населения	Состояние водно-биологических ресурсов	Состояние объектов животного мира	Условия рекреации	Состояние земельных ресурсов	Условия водоснабжения	Состояние инфраструктуры (дороги, ЛЭП, линии связи)
Проблемы экологического состояния водных объектов	+	+		+	+	+	+	+		+	
Проблемы негативного воздействия вод	+	+	+	+	+				+	+	+
Эффективность охраны водных объектов от антропогенного воздействия понижена вследствие того, что границы водоохранных зон для них не определены в полной мере либо не вынесены в натуру.					+	+	+	+	+	+	
Недостаточная обеспеченность населения и экономики водными ресурсами (ВХУ 20.03.07.002, 20.03.07.003, 20.03.07.005)	+	+	+	+	+					+	

Заключение

Результаты расчетов и анализа современных данных, приведенные в данной книге, позволили сделать следующие выводы:

1. На территории бассейна реки Уссури могут возникать проблемы с количеством и качеством ресурсов поверхностных вод для водотоков с площадями водосборов от 200 до 20000 км², а также среднемноголетними расходами воды категорий «малая» - от 2 до 5 м³/с и «очень малая» - до 2 м³/с включительно. Кроме того, можно предположить, что проблемы с качеством воды могут возникать и на прочих водотоках бассейна в период зимней межени.

2. К существенно модифицированным водотокам относится 19 из наиболее значимых водных объектов. В наибольшей степени модификации подвержены гидролого-морфологические характеристики рек Уссури, Спасовка, Нестеровка, Малиновка, Илистая, Арсеньевка, Большая Уссурка, Бикин, Хор, Кия и оз. Ханка. В меньшей степени были изменены природные характеристики рек Абрамовка, Мельгуновка, Подхорёнок, Быстрая, Павловка, Журавлевка, Ореховка.

3. Экологическое состояние рек Уссури, Бикин и Хор можно оценить как «опасное». Для р. Большая Уссурка оно оценивается как «неблагоприятное». Экологическое состояние рек Арсеньевка и Сунгача относится к категории «условно благоприятное».

4. Исследуемый район может быть отнесен к мало освоенным. Наибольшему хозяйственному использованию подвержена территория муниципального района им. Лазо (Хабаровский край), Пограничного, Ханкайского, Хорольского, Спасского, Кировского, Лесозаводского муниципальных районов Приморского края и городских округов Приморского края Дальнереченск, Арсеньев и Спасск-Дальний. Эффективность охраны водных объектов бассейна р. Уссури от антропогенного воздействия, возможного в ходе осуществления хозяйственной деятельности на их водосборной площади, понижена вследствие того, что границы водоохраных зон для них не определены в полной мере либо не вынесены в натуру.

5. Рассматриваемая территория, характеризуется высокой (для комфортного

проживания населения и нормального функционирования экономики) обеспеченностью водными ресурсами - величина гарантированного водообеспечения равна 133,08 %. Однако в пределах нескольких водохозяйственных участков имеет место достаточно низкая величина гарантированного водообеспечения: 20.03.07.002 (56,57 %), 20.03.07.003 (43,59 %), 20.03.07.005 (22,01 %). Это указывает на то, что обеспечение (в достаточном количестве) населения и экономики водными ресурсами здесь является одной из ключевых задач, которые необходимо решить для обеспечения социально-экономического развития территории.

6. Связанное с прохождением паводков затопление рассматриваемой территории существенно ухудшает условия проживания населения и негативно влияет на социально-экономическое развитие региона.

7. Последствия русловых процессов так же могут быть фактором, негативно влияющим на социально-экономическую обстановку в исследуемом районе.

8. Класс экологического состояния территории, относящейся к бассейну рассматриваемой гидрографической единицы, соответствует категории «весьма неблагоприятное».

9. Ключевыми проблемами, снижение остроты которых возможно в ходе реализации СКИОВО, являются проблемы связанные с неблагоприятным экологическим состоянием поверхностных водных объектов, вредным воздействием вод, недостаточной водообеспеченностью и проблемы организационно-управленческого характера.

Приведенные в книге итоги работы по оценке экологического состояния рассматриваемой территории и выявлению ключевых проблем, имеющих место в российской части бассейна реки Уссури, дают возможность конкретизировать перечень основных целей реализации данной Схемы. Её мероприятия должны способствовать улучшению экологического состояния водных объектов, увеличению эффективности их охраны от антропогенного воздействия, предупреждению вредных последствий негативного воздействия вод и повышению обеспеченности населения и экономики водными ресурсами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 17.1.1.02 – 77. Группа Т 58. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов. Введен в действие 01.07.1978. 16 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 18. Выпуск 3. Приморье. Л. Гидрометеиздат. 1972. 626 с.
3. Васьковский М.Г. Гидрологический режим озера Ханка. Гидрометеиздат. 1978. 175 с.
4. Молчанова Я.П., Заика Е.А., Бабкина Э.И., Сурнин В.А., под редакцией Гусевой Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. М. Форум-Инфра-М. 2007. 192 с.
5. Директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза № 2000/60/ЕС от 23 октября 2000 года, устанавливающая основы для деятельности Сообщества в области водной политики.
6. Разработка методических рекомендаций по определению целевых показателей качества воды в водных объектах. Отчет о НИР. Том 2. РосНИИВХ. Екатеринбург. 2007. 50 с.
7. Ганзей С.С., Ермошин В.В., Мишина Н.В., Шираива Т. Современное использование земель в бассейне Амура. Научный журнал. География и природные ресурсы. № 2. Новосибирск. Академическое издательство ГЕО. 2007. 200 с.
8. Информационный бюллетень о состоянии водных объектов, дна, берегов водных объектов, их морфометрических особенностей, водоохранных зон водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов, состояния водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений по Амурскому бассейновому округу, относящемуся к зоне деятельности отдела водных ресурсов Амурского БВУ по Приморскому краю за 2011 год. Владивосток. Отдел водных ресурсов Амурского БВУ по Приморскому краю. 2012. 138 с.
9. Информационный бюллетень о состоянии водных объектов, дна, берегов водных объектов, их морфометрических особенностей, водоохранных зон водных

объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов, состояния водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений по Амурскому бассейновому округу, относящемуся к зоне деятельности отдела водных ресурсов Амурского БВУ по Хабаровскому краю за 2011 год. Хабаровск. Отдел водных ресурсов Амурского БВУ по Хабаровскому краю. 2012. 204 с.

10. Обобщённые данные федерального государственного статистического наблюдения об использовании воды (форма 2ТП-водхоз) за 2010 год.

11. Оценка изменения экстремальных (максимальных) характеристик водного режима р. Амур под влиянием хозяйственной деятельности и природных факторов. Отчет о НИР. Владивосток. ДальНИИВХ. 2008. 72 с.

12. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Амур. Основные положения раздела «Водный транспорт». ЗАО ПИИ Ленгипроречтранс. Санкт-Петербург. 2005. 53 с.

13. Сайт. Федеральное агентство водных ресурсов. voda.mnr.gov.ru. Государственный водный реестр. Права пользования водными объектами и права собственности на водные объекты по Амурскому бассейновому водному управлению.

14. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. М.: Гидрохимический институт Федеральной службы России по гидрометеорологии и окружающей среды (Росгидромет). 2004. 21 с.

15. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Министерство природы России. 1992.

16. Ежегодники качества поверхностных вод и эффективности проведённых водоохраных мероприятий на территории деятельности Приморского УГМС за 2006-2010 гг. – Владивосток: Росгидромет, 2010.

17. Андросова Н.К. Геолого-экологические исследования и картографирование. (Геоэкологическое картирование). Учебное пособие. М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2000. 96 с.

18. Брагинский Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязнённости. // Гидробиологический журнал. 1985. № 6. С. 65-74.
19. Клишко О.К. Фундаментальный и прикладной аспект экотоксикологического подхода в оценке состояния экосистемы Амура.// Регионы нового освоения. Экологические проблемы. Пути решения. Книга 2. Институт водных и экологических проблем ДВО РАН РФ. – Хабаровск, 2008. – С. 557-561.
20. О состоянии и использовании земель Хабаровского края в 2011 году. Доклад. Хабаровск. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Хабаровскому краю. 2012. 127 с.
21. О состоянии и использовании земель в Приморском крае в 2011 году. Государственный (региональный) доклад. Владивосток. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Приморскому краю. 2012. 159 с.
22. Информационный бюллетень о состоянии водных объектов, дна, берегов водных объектов, их морфометрических особенностей, водоохранных зон водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов, состояния водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений по Амурскому бассейновому округу, относящемуся к зоне деятельности Амурского бассейнового водного управления за 2011 год. Хабаровск. Амурское БВУ. 2012. 146 с.
23. Федеральная служба государственной статистики. Численность населения Российской Федерации по городам, поселкам городского типа и районам на 1 января 2010 года. Бюллетень. М. 2010. 209 с.
24. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Утверждены постановлением Госстроя СССР № 123 от 27 июля 1984 года. 193 с.
25. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 18. Дальний Восток. Выпуск 3. Приморье. Л. Гидрометеиздат. 1972. 628 с.
26. Федеральная целевая программа. Защита от наводнений населенных пунктов, народнохозяйственных объектов, сельскохозяйственных и других ценных

земель в Приморском крае на 1994 – 2000 годы. Защита Приморского края от наводнений. Администрация Приморского края. Владивосток, 1994. 209 с.

27. Краевая целевая программа. Защита от наводнений населенных пунктов, народнохозяйственных объектов, сельскохозяйственных и других ценных земель в Приморском крае на 2003 – 2010 годы. Утверждена постановлением Законодательного Собрания Приморского края от 28.05.2003 № 345. - 34 с.

28. Паспорт Краевой целевой программы «Защита населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий Хабаровского края от наводнений». Хабаровск. ГП «Дальгипроводхоз». 1998. 49 с.

29. Разработка рекомендаций по осуществлению водохозяйственных мероприятий, связанных с регулированием русел, дноуглубительными и руслорегулирующими работами в бассейне р. Амур и рек юга Приморского края. Отчет о НИР. М. МГУ. 2008. 298 с.

30. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2009 году. Федеральное агентство водных ресурсов. Амурское БВУ. Хабаровск. 2009. 46 с.

31. Итоговый отчет о проведении совместного российско-китайского мониторинга качества вод трансграничных водных объектов в 2011 году. Федеральное агентство водных ресурсов. Амурское БВУ. Хабаровск. 2012. 62 с.

32. Об экологической ситуации в Приморском крае в 2011 году. Доклад. Владивосток. Администрация Приморского края. 2012..

33. Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации в 2010 году. Ежегодник. Обнинск. ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун»». 2011. 69 с.

34. Мухина Н.В. Мониторинг агрогенных почв Западно-Приморской равнины. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

35. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. (С изменениями и дополнениями). Утвержден постановлением Госстроя СССР от 15.06.1981 № 94.

36. СНиП 22-02-2003. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Утвержден постановлением Госстроя России от 30.06.2003 № 125.

37. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2008 г. Выпуск 32. ФГУГП «Гидроспецгеология». М. ООО «Геоинформмарк». 2009. 212 с.

38. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2009 г. Выпуск 33. ФГУГП «Гидроспецгеология». М. ООО «Геоинформмарк». 2010. 208 с.

39. Методические указания по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. М. МПР. 2007. 52 с.