

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТУРИЗМА  
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

ОТЧЕТ ПО УЧЕБНОЙ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ  
ПРАКТИКЕ

Студент

гр. БЭП-21-ЭБ1

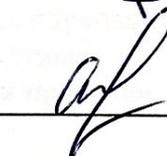


---

А. Д. Погорелова

Руководитель

канд. техн. наук, доцент



---

В. Н. Макарова

Руководитель практики от  
профильной организации:

Зам. Директора ДВМЭОО  
«Зеленый Крест»



---

Т. С. Вшивкова

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТУРИЗМА  
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**  
на учебную ознакомительную практику

Студенту Погореловой Алёне Дмитриевне группы БЭП-21-ЭБ1  
(ФИО обучающегося полностью)

Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль  
«Экологическая безопасность»

Место прохождения практики: ООО «Дальневосточная межрегиональная экологическая  
общественная организация «Зеленый Крест»».

Срок прохождения практики с «13» июня 2023 г. по «15» июля 2023 г.

**Содержание отчета по практике:**

**Задание 1.** Определить цели и задачи практики.

**Задание 2.** Изучить структуру предприятия (организации), должностные  
обязанности на рабочем месте (эколога-исследователя, специалиста, инженера по защите  
окружающей среды, или др.).

**Задание 3.** Выполнить практическую часть работы в соответствии с целями и  
задачами практики (ПКВ-3).

**Задание 4.** Представить основные результаты работы в форме отчета по практике  
(ПКВ-3). По каждой главе сформулировать выводы.

При написании работы использовать научный стиль изложения.

Примерная структура отчета по практике:

Введение: определить цель и задачи практики, основные методы, необходимые для  
их достижения.

1. Обзор и список литературы для отчета по практике

2. Аннотированный отчет по результатам выполнения работы: подготовить краткое  
описание полученных результатов по каждому пункту задания, представить результаты в  
виде таблиц и/или диаграмм, графиков.

Заключение: сделать вывод о достижении поставленных целей и задач в ходе  
практики. Список использованных источников (не менее 20-ти позиций): составить список  
литературы с использованием профессиональных баз данных и профессиональных  
Интернет-ресурсов.

Оформление должно соответствовать СК-СТО-ТР-04-1.005-2015 «Требования к  
оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ (проектов), рефератов,  
контрольных работ, отчетов по практикам, лабораторным работам».

«13» июня 2023 г.

Руководитель практики  
канд.техн.наук, доцент  
кафедры экологии, биологии и географии  
Задание получил студент

Руководитель практики от профильной организации:

Зам. Директора ДВМЭОО «Зеленый Крест»



В. Н. Макарова

А. Д. Погорелова

Т. С. Вшивкова

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТУРИЗМА  
КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ  
**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК**

Студент Погорелова Алёна Дмитриевна группы БЭП-21-ЭБ1  
направляется для прохождения учебной ознакомительной практики

Срок прохождения практики с «13» июня 2023 г. по «15» июля 2023 г.

Содержание выполняемых работ	Сроки исполнения		Заключение и оценка руководителя практики	Подпись руководителя практики
	начало	окончание		
Получение типового индивидуального задания на выполнение отчета по практике, календарного плана-графика, организационное собрание, инструктаж по технике безопасности	13.06.2023	15.06.2023	OK	
Знакомство с предприятием (организацией), организационной структурой, видами деятельности предприятия (организации), изучение вопросов, предусмотренных индивидуальным заданием руководителя. Сбор фактического и аналитического материала. Выполнение поручений руководителя практики на предприятии (в организации).	16.06.2023	26.06.2023	OK	
Обработка и систематизация собранного фактического материала	27.06.2023	05.07.2023	OK	
Формирование отчета и оформление согласно стандартам, оформление отчетной документации, подготовка презентации.	06.07.2023	13.07.2023	OK	
Защита отчета	14.07.2023	15.07.2023	OK	

Студент-практикант

Погорелова Алёна Дмитриевна

Фамилия Имя Отчество

подпись

Руководитель практики от кафедры

Макарова Вера Николаевна

Фамилия Имя Отчество

подпись

Руководитель практики от предприятия

Вшивкова Татьяна Сергеевна

Фамилия Имя Отчество

подпись



## Содержание

Введение.....	5
1 Дальневосточная межрегиональная экологическая общественная организация «Зелёный крест».....	6
1.1 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности в организации.....	6
1.2 Деятельность Дальневосточной межрегиональной экологической общественной организации «Зелёный крест».....	7
1.2.1 Программы ДВМЭОО «Зелёный Крест» .....	8
2 Особенности экологического мониторинга и контроля в области сохранения пресноводных ресурсов .....	12
2.1 Экологический мониторинг и контроль .....	12
2.2 Типы пресных вод .....	13
2.2.1 Типы пресноводных экосистем .....	14
2.2.2 Водные беспозвоночные как индикаторы качества пресных вод.....	14
2.3 Биотические метрики .....	16
2.4 Биотические индексы .....	19
3 Экспресс-оценка качества вод исследуемых водотоков.....	28
3.1 Район исследований и физико-географическая характеристика района.....	28
3.1.1 Характеристика станций отбора проб.....	30
3.2 Результаты исследований.....	32
3.2.1 Анализ биотических метрик.....	34
3.2.2 Расчет и анализ биотических индексов.....	36
3.2.3 Оценка качества водотоков по показателям водных беспозвоночных.....	38
Заключение.....	40
Список использованной литературы.....	41
Приложение А. Таблица для расчёта индекса FE BMWP.....	44
Приложение Б. Группы индикаторных организмов в водотоках ДВ России.....	47

## Введение

В настоящее время уделяется недостаточно внимания качеству окружающей нас среды. От загрязнений атмосферного воздуха, почв, водных объектов страдает человечество: пагубное воздействие загрязняющих вредных веществ легко подрывает человеческое здоровье. Именно поэтому надо контролировать состояние окружающей среды: проводить оценку качества вод, почв, воздуха, вести мониторинг и проводить другие подобные природоохранные мероприятия.

На урбанизированных территориях (в особенности с большим количеством промышленных предприятий, транспорта) наблюдается ужаснейшая картина: город постоянно накрывает смог, дышать из-за этого невозможно, для зелёных насаждений нет свободной территории в связи с плотной застройкой, а водотоки, если они есть, больше не являются местообитанием для организмов, поскольку качество воды в них наихудшее.

В рамках учебной ознакомительной практики в качестве объекта исследования были выбраны городские водотоки.

Целью учебной ознакомительной практики является экспресс-оценка качества вод водотоков Уссурийского залива по показателям водных беспозвоночных.

Задачи:

- рассмотреть структуру организации, на базе которой будет проходить учебная ознакомительная практика;
- определить структуру сообществ по доминирующим видам избранных водотоков;
- рассчитать биотические метрики и индексы, на основании которых будет проведена экспресс-оценка качества вод исследуемых водотоков;

Методы, использованные в достижении поставленных задач:

- анализ литературы;
- структуризация полученных данных;
- обобщение полученных данных;
- анализ данных, полученных после работы с пробами;
- классификация данных.

## 1 Дальневосточная межрегиональная экологическая общественная организация «Зелёный крест»

Дальневосточная межрегиональная экологическая общественная организация «Зелёный крест» является не основной, а региональной организацией. Впервые Зелёный Крест появился в Москве, затем стали образовываться филиалы в различных регионах нашей страны. В Приморском крае Зелёный Крест начал осуществлять свою деятельность в 2003 году.

ДВМЭОО «Зелёный Крест» осуществляет совместную деятельность со многими организациями, профиль которых совпадает с профилем Зелёного Креста. Так как основные мероприятия носят научно-практический и образовательный характер – сотрудничество осуществляется со школами, ВУЗами, научными центрами, лабораториями и тому подобное. Такого рода деятельность выгодна не только Зелёному Кресту, но и организации, которая участвует в реализовываемой программе. Итоги такого сотрудничества – важные результаты проведенных исследований, пришедшие вместе с ними знания и умения, и приобретенный ценный опыт.

### 1.1 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности в организации

Система охраны труда в каждой организации должна отвечать государственным нормативным требованиям охраны труда и требованиям, установленным правилами и инструкциями по охране труда [16,18].

Безопасность жизнедеятельности – это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. На промышленных предприятиях обеспечение безопасности жизнедеятельности начинается с обучения работников безопасности труда. Работодатель обязан обеспечить обучение, инструктаж работников и проверку знаний работников норм, правил и инструкций по охране труда.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Условия труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника [17].

К условиям труда относят совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Исследования условий труда показали, что факторами производственной среды в процессе труда являются:

- санитарно-гигиеническая обстановка, определяющая внешнюю среду в рабочей зоне – микроклимат, механические колебания, излучения, температуру, освещение и др.;
- психофизиологические элементы – рабочая поза, физическая нагрузка, нервно-психологическое напряжение и др., которые обусловлены самим процессом труда;
- эстетические элементы – оформление производственных помещений, оборудования, рабочего места, рабочего инструмента и др.;
- социально-психологические элементы, составляющие характеристику так называемого психологического климата.

Основные принципы государственной политики в области охраны труда:

- признание приоритета жизни и здоровья работника по отношению к результатам производственной деятельности;
- государственное управление и координация деятельности в области охраны труда, государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда;
- установление единых нормативных требований по охране труда для предприятий всех форм собственности;
- обеспечение общественного контроля за соблюдением законодательства в области охраны труда;
- обязательность расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обучение безопасным методам труда, и подготовка специалистов в области охраны труда;
- гарантирование компенсаций за вред, причиненный работникам и др.

Так же работодатель обязан разработать внутреннюю нормативную документацию, проводить инструктажи и проверки знаний в соответствии с требованиями законодательства, информировать работников обо всех обстоятельствах, от которых зависит безопасность на производстве.

## 1.2 Деятельность Дальневосточной межрегиональной экологической общественной организации «Зелёный крест»

Межрегиональная экологическая общественная организация Зелёный Крест основное внимание сосредотачивает на проведении мероприятий по охране окружающей среды, воспитанию у широкого круга населения умения жить и развиваться в соответствии с законами природы, сохранению её для потомков с тем же ресурсным потенциалом,

которым человечество владеет сегодня. Лозунг Зелёного креста – компромисс вместо конфронтации – соответствует принципам гражданского общества, в котором экологические проблемы решаются с позиций партнёрства и добрососедства.

Зелёный Крест осуществляет научно-практическую деятельность по решению широкого спектра экологических проблем, использует различные формы и методы работы на местах по привлечению населения к непосредственному участию в преодолении вредных воздействий на природу хозяйственной деятельности человека [1].

### 1.2.1 Программы ДВМЭОО «Зелёный Крест»

Программа «Умная энергия», содержащая следующие направления деятельности:

- анализ и обобщения текущего состояния и тенденций развития энергетики (включая возобновляемую) для групп регионов России с разными климатическими условиями, плотностью населения, обеспеченностью энергетическими ресурсами и т.п.;

- обобщение передового российского и мирового опыта освоения разных видов возобновляемой энергетики применительно к выделенным группам регионов России;

- участие в формировании региональных стратегий развития возобновляемой энергетики;

- экспертная поддержка региональных инициатив;

- просвещение всех слоев населения и властных структур о преимуществах возобновляемой энергетики и методах энергосбережения;

- организация коммуникации между ведущими российскими, иностранными и международными организациями, фирмами, заинтересованными в развитии возобновляемой энергетики в регионах России;

- продвижение в регионы России передовых технологий энергогенерации и участие в создании пилотных установок;

- участие в законотворческом процессе на федеральном, региональном и местном уровнях.

Основные мероприятия:

- организация ознакомительных поездок для экспертов Зелёного Креста, представителей региональных и местных властей;

- проведение всероссийских и региональных симпозиумов, конференций, семинаров и совещаний;

- содействие проведению слушаний во властных структурах с привлечением экологической общественности;

- создание и развитие пилотного демонстрационного центра.

Ожидаемые итоги программы:

- детализация существующей картины и перспектив обеспечения энергией регионов России;
- формирование обоснованной позиции экологической общественности по вопросам развития возобновляемой энергетики;
- привлечение широких кругов населения к формированию региональной энергетической политики;
- установление конструктивного сотрудничества между властями разных уровней, экспертным сообществом, бизнесом и общественностью при решении проблемы энергетической, экономической и экологической безопасности на местном, региональном и федеральном уровнях;
- практическое развитие альтернативной энергетики в регионах России.

Программа «Молодежь – за природу» разработана для экологического воспитания молодёжи (школьников, студентов, молодых специалистов, учёных и т.д.) и её вовлечения в практическую деятельность по улучшению состояния окружающей среды, системное воспитание молодёжи как Граждан России.

Задачи:

1. Экологическое просвещение молодёжи (школьников, студентов, молодых специалистов, учёных и др.).
2. Вовлечение молодых граждан в процесс непосредственной деятельности по улучшению окружающей их среды обитания.
3. Привитие навыков, методологии и опыта государственного управления в сфере обеспечения экологической безопасности.
4. Формирование профессиональных качества будущих лидеров, связанных с выявлением, исследованием, оценкой и анализом сложных социальных ситуаций, планированием деятельности по их разрешению, контролем и оценкой собственной целевой деятельности.
5. Вовлечение СМИ в поддержку деятельности молодёжи по охране природы; выработка навыков молодых граждан России по сотрудничеству со СМИ.
6. Современное патриотическое воспитание молодёжи.

Программа «Преодоление вредных последствий гонки вооружений» реализуется под эгидой Международного Зелёного Креста его национальными организациями, в том числе и Российским Зелёным Крестом и нацелена на:

- информирование общественности об экологических проблемах наследия холодной войны;

- формирование общественного мнения о необходимости решения этих проблем;
- проведение совместных мероприятий различных общественных и государственных институтов по исследованию проблем и выработке решений, способствующих преодолению вредных экологических последствий гонки вооружений;
- выполнение практических действий по обследованию загрязненных территорий и их реабилитации.

Работа по программе условно делится на три основных направления в соответствии с типами вооружений:

NUCTRUST – анализ ситуаций радиационного загрязнения территорий, связанных с производством и испытаниями ядерного оружия и эксплуатацией техники с ядерными рабочими элементами; анализ риска для населения при работах по утилизации радиационных видов оружия и средств их применения, при транспортировке радиоактивных отходов; освещение вопросов радиационной безопасности, создание информационных систем для широкого пользования.

CHEMTRUST – проведение работ по информированию и вовлечению населения в процесс наиболее приемлемого и безопасного уничтожения химического оружия, по организации конструктивного диалога между населением и властями всех уровней, по формированию положительного общественного мнения; организация мероприятий по обмену опытом.

CONWEAP – организация и участие в работах по очистке территорий военных баз от производственных загрязнений; информирование и вовлечение населения в процесс наиболее приемлемого и безопасного уничтожения обычных видов оружия; организация мероприятий по обмену опытом; формирование атмосферы диалога между населением и властями всех уровней.

Экологическое образование и просвещение – одна из основных программ Зелёного Креста.

В её рамках ежегодно проводится международная конференция по образованию для устойчивого развития. Это уникальная возможность собрать и объединить различных специалистов, лучших представителей местных сообществ, для глобального диалога, установления партнёрских отношений, организации совместных научных исследований и экологических практик, создания центров и групп исследования проблем устойчивого развития как в общецивилизационном плане, так и применительно к отдельно взятой стране, в частности, к России. Информация и опыт, полученные участниками конференций, позволяет им выработать на местах стратегию сотрудничества общественности с

властными структурами, с деловыми кругами; предложить конструктивный подход к решению экологических проблем и практические шаги в этом направлении.

Учитывая вклад в развитие экологического образования в России, Зелёный Крест был приглашён принять участие в разработке Экологической доктрины России.

Зелёному Кресту и его региональными отделениями проводится большая, многоплановая, интересная работа по экологическому просвещению населения, экологическому образованию учащейся молодёжи, повышению квалификации учителей. Это конференции, форумы, семинары, экологические рейды и акции, а также детские экологические конкурсы, смотры, фестивали и другие мероприятия. Кроме школьников в них прямо или косвенно участвуют их родители, представители администрации, деловых кругов, общественности, СМИ.

Таким образом, рассмотрев структуру Дальневосточной межрегиональной экологической общественной организации «Зелёный крест», были получены следующие данные:

– выбранная организация является филиалом Зелёного Креста, находящегося в Москве;

– направления деятельности организации: научно-практические, образовательные, информирующие, благотворительные;

– основные программы, которые осуществлены либо продолжают осуществляться: «Умная энергия», «Молодежь – за природу», «Преодоление вредных последствий гонки вооружений» (NUCTRUST, CHEMTRUST, CONWEAP), программы по экологическому образованию и просвещению.

## 2 Особенности экологического мониторинга и контроля в области сохранения пресноводных ресурсов

### 2.1 Экологический мониторинг и контроль

Наблюдение за состоянием окружающей среды – неотъемлемая часть природоохранной деятельности государства. Принимать участие в этой сфере деятельности могут не только государственные органы, но и университеты, институты, научные центры, имеющие подобный профиль, общественные организации, и, как показывает практика, даже дети способны оценить уровень негативного воздействия на окружающую среду (при предварительном обучении).

Сведения о состоянии окружающей природной среды необходимы человеку в различных сферах деятельности. Эта информация нужна при ведении хозяйства, в строительстве, организации различных рекреационных и туристических программ, при чрезвычайных обстоятельствах. Систематизированные и осмысленные данные необходимы для предупреждения надвигающихся опасных явлений природы и разработки превентивных действий. Длительный процесс наблюдений за каким-либо событием называется мониторингом (от англ. monitoring, от лат. monitor – напоминающий, надзирающий).

При подборе различных подходов и ориентации подсистем мониторинга для осуществления определенных целей важно выделить подсистему наблюдений (оценки и прогноза) за реакцией основных составляющих биосферы: абиотической составляющей (геофизический мониторинг) и биотической составляющей (биологический мониторинг). При оценке антропогенной составляющей, влияющей на изменение окружающей среды, такой мониторинг стали называть экологическим [14].

Экологический мониторинг – процесс наблюдений за состоянием окружающей среды, осуществляемый с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов. Экологический мониторинг проводится с помощью методов оценки (ассессмента – от англ. assessment – оценка) состояния окружающей среды, которые основываются либо на непосредственной оценке состояния сообществ или индикаторных комплексов организмов (методы биоиндикации), либо на экспериментальной оценке жизнедеятельности тестовых организмов (биотестирование) [15,19].

Экологический контроль – это контролирующая деятельность государственных органов, предприятий и граждан по соблюдению экологических норм и правил. Другое определение экологического контроля – это система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей

среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды [2,23].

В задачи общественного экологического мониторинга и контроля входят следующие виды деятельности:

- осуществление наблюдений за состоянием и изменением окружающей среды;
- установление факта нарушения/загрязнения окружающей среды;
- выявление причин и источников изменения/загрязнения окружающей среды;
- определение поллютантов, их концентраций и объёмов;
- передача фактического материала об обнаруженных нарушениях в административные и надзорные органы;
- разработка предложений по принятию решений и организации мероприятий для снижения или ликвидации нарушений;
- контроль за выполнением решений.

## 2.2 Типы пресных вод

Различают следующие типы пресных водоемов:

- родник (источник) – источник воды, самостоятельно изливающийся на поверхность из недр земли. Наличие родника говорит о том, что ниже, в земной глубине, находится водоупорный пласт (глина, изверженная горная порода и т.д.), подпирающий водоносные, насыщенные влагой пласты;
- ручьи, реки – природные водные потоки (водотоки, быстротоки) значительных размеров с естественным течением по руслу (выработанному ими естественному углублению) от истока вниз до устья и питающиеся за счёт поверхностного и подземного стока с их бассейнов;
- озеро – естественно возникший водоём, заполненный в пределах озёрной чаши (озёрного ложа) водой и не имеющий непосредственного соединения с морем (океаном);
- пруд – мелководное водохранилище площадью не более 1 км<sup>2</sup> [10];
- водохранилище – искусственный водоём, образованный водоподпорным сооружением на водотоке с целью хранения воды и регулирования стока, находящийся в собственности Российской Федерации [11];
- болото – участок ландшафта, характеризующийся избыточным увлажнением, повышенной кислотностью и низкой плодородностью почвы, выходом на поверхность стоячих или проточных грунтовых вод, обычно без постоянного слоя воды на поверхности;

– водно-болотные угодья, или влажные земли (wetlands), – участки местности, почва которых является аквифером с постоянной или сезонной влажностью.

### 2.2.1 Типы пресноводных экосистем

Пресноводные экосистемы называют континентальными, внутренними или поверхностными водами (водоёмами).

Континентальные водоёмы расположены в углублениях суши, могут быть естественными и искусственными. Первые в основном представлены реками, озёрами и болотами, вторые – каналами, водохранилищами, прудами. В зависимости от наличия течения различают текущие (лотические) водные объекты (водотоки, быстротоки): реки, ручьи, родники (ключи, источники) и стоячие (лентические) водоёмы: озёра, водохранилища, пруды, болота, временные водоёмы.

Водотоки – объекты, водная масса которых перемещается от истока к устью вследствие разницы их положения над уровнем моря, т.е. под влиянием силы тяжести. В отечественной и иностранной литературе условная размерная классификация водотоков определяет: исток родника (source, river head), родники (springs), малые ручьи (brooks), малые и средние реки (streams), большие реки (rivers). Водоток – это водный объект, характеризующийся постоянным или временным движением воды в русле в направлении общего уклона.

Различают следующие категории водотоков:

- постоянные и временные;
- естественные (реки и ручьи) и искусственные (каналы);
- поверхностные и подземные.

В практике водного мониторинга имеют дело, как правило, с постоянными, естественными, поверхностными водотоками.

Стоячие воды (лентические) – водоёмы представляют собой котловины различной величины и формы, заполненные водой (озёра, пруды, водохранилища, болотистые местообитания).

### 2.2.2 Водные беспозвоночные как индикаторы качества пресных вод

Оценка качества вод по биологическим показателям основывается на различной способности живых организмов переживать загрязнения [20]. Все организмы по отношению к загрязнениям можно разделить на три условные группы: чувствительные (чувствительные), умеренно чувствительные и толерантные (малочувствительные). При

биологическом мониторинге в качестве «инструментов» оценки качества вод традиционно используются водоросли, водные беспозвоночные и рыбы.

Водные беспозвоночные из категории макрозообентоса являются наиболее удобной для этого группой животных, хотя на практике применяются и методы с использованием беспозвоночных небольшого размера (мейо- и микробентос). В настоящем пособии мы сосредоточимся на макрозообентосе, так как крупные организмы бентоса более удобны для экспресс-оценки [21].

Основные преимущества использования макробеспозвоночных заключаются в следующем:

- беспозвоночные интегрированно реагируют на широкий спектр поллютантов;
- чувствительны даже к низким концентрациям вредных веществ, влияющих на здоровье человека (демонстрируют «упреждающий эффект»);
- имеют длинный жизненный цикл (обычно год и более) и, следовательно, постоянно присутствуют в водоёмах, реагируя как на спорадические, так и на долговременные загрязнения;
- беспозвоночные тесно привязаны к определенным местообитаниям, широко распространены в различных типах водоемов и многочисленны в сообществах;
- удобны для сбора и легко определяются даже неспециалистами;
- это самый дешевый, быстрый и надежный метод, что очень важно при проведении экспресс-экспертиз;
- в условиях быстротоков, оставаясь на дне, сообщества макрозообентоса при поступлении загрязнений структурно меняются в сторону качественного и количественного уменьшения чувствительных таксонов, даже при улучшении качества воды следы влияния загрязнений сохраняются в течение длительного времени.

Оценка качества вод по показателям беспозвоночных (биоиндикация) базируется на следующих основных принципах:

- увеличивающийся стресс приводит к снижению разнообразия фауны беспозвоночных путем исчезновения видов, менее толерантных к загрязнению;
- в экосистемах с устойчивым загрязнением развиваются сообщества беспозвоночных, в которых доминируют толерантные виды.

Одно из важных достоинств биологических методов мониторинга – это то, что их легче адаптировать для использования неспециалистами, поэтому они широко применяются в общественном мониторинге. Ещё одна положительная особенность – биологические методы позволяют определять качество водной среды в полевых условиях, что, несомненно, очень важно для проведения оперативной оценки состояния водных

объектов. В то же время это самые «экологичные» методы, не приводящие к вторичным загрязнениям [22].

### 2.3 Биотические метрики

При оценке качества пресных вод по показателям водных беспозвоночных используют различные метрики и биотические индексы. Метрика – мера, числовое значение характеристики биоты, которая изменяется некоторым предсказуемым путём с увеличением антропогенной нагрузки [3]. Под биотическими метриками понимают простые характеристики популяций, сообществ, биоценозов, не требующие сложных расчётов, например, таксономический состав, обилие, доля индикаторного таксона или группы. Иногда такие простые метрики даже при первых рекогносцировочных исследованиях достаточно точно характеризуют экологическое состояние водного объекта. Биотические индексы – интегрированные показатели состояния биоценозов, сообществ, определяемые через состав и состояние входящих в них организмов; как правило, биотические индексы рассчитываются на основании метрик.

Некоторые метрики и биотические индексы рекомендуется использовать при проведении оперативного мониторинга.

Метрики, учитывающие число таксонов:

– Nt – общее количество таксонов. Высокое число таксонов свидетельствует о хорошем состоянии сообщества. Уменьшение таксономического богатства в сообществах происходит при ухудшении условий среды. При сравнении тестируемых станций с фоновой уменьшение данного показателя свидетельствует о проявлении импакта;

– Nht – общее количество высших таксонов (выше родового ранга). Упрощение числа таксонов высокого ранга происходит при ухудшении условий обитания. При сравнении с фоновой станцией тенденция сокращения высших таксонов – явный сигнал об ухудшении условий обитания;

– NtF – общее количество семейств. Уменьшение данного показателя при сравнении с фоновой станцией также свидетельствует о проявлении импакта.

– NtE – общее количество таксонов Ephemeroptera. Уменьшение общего числа таксонов Ephemeroptera свидетельствует об ухудшении качества воды.

– NtP – общее количество таксонов Plecoptera. Уменьшение общего числа таксонов Plecoptera свидетельствует об ухудшении качества воды.

– NtT – общее количество таксонов Trichoptera. Уменьшение общего числа таксонов Trichoptera свидетельствует об ухудшении качества воды.

–  $N_{EPT}$  – общее количество таксонов EPT. Высокое число таксонов EPT – очень хороший показатель здоровья водотока.

Метрики, учитывающие долю индикаторных таксонов:

Индекс EPT (EPT Richness Index). При оценке качества вод рекомендуется использовать индекс EPT (3), представляющий долю таксонов EPT по отношению к общему числу таксонов. Большая доля EPT свидетельствует о высоком качестве воды (табл. 1):

$$\text{Индекс EPT} = \frac{N_{tEPT}}{N_t} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $N_{EPT}$  – общее число таксонов EPT,

$N_t$  – общее число таксонов.

Таблица 1 – Категории качества по индексу EPT

Индекс EPT, %			Категории качества
Горные водотоки	Предгорные водотоки	Равнинные водотоки	
>60	>80	>85	Очень хорошее
55-59	75-79	81-84	Хорошее
40-54	50-74	55-80	Посредственное
7-39	16-49	16-54	Плохое
0-6	0-15	0-15	Очень плохое

Составлено автором по [13]

Метрики, основанные на показателях численности (экз.) или относительной численности (%):

–  $N_{ex}$  (Total Number of Individuals) – общее число организмов (экз.). Общая численность организмов не всегда является хорошим индикатором качества вод, следует обязательно учитывать долю интолерантных (сенситивных организмов). Часто увеличение общего числа организмов отмечается в условиях органических загрязнений и сопровождается одновременно упрощением таксономической структуры – с доминированием одной или немногих групп толерантных организмов (например, развитие олигохетно-хириномидного комплекса); общее число организмов на загрязнённых станциях может намного превышать этот показатель на чистых участках водотока и является следствием вспышки численности толерантных видов.

–  $N_{EPT}$  (Total Number of EPT individuals) – общее число организмов EPT (экз).  
Высокие показатели характеризуют однозначно хорошее качество воды.

–  $D/N_{ex}$  – доля двукрылых по отношению к общей численности организмов. Отношение совокупности числа всех таксонов отряда Diptera (двукрылые) к общему числу экземпляров всех таксонов в пробе. При значении индекса, близкому к 1, вода считается критически грязной и не пригодной даже для технических целей.

–  $\%N_{EPT}$  ( $N_{EPT}/N_{ex} \times 100$ ) – доля организмов комплекса EPT в % выражении. Обычно в зоне среднего течения водотоков (метаритрали) доля EPT по численности может достигать 70–80%, а по биомассе – даже более.

–  $\%NEph$  ( $NEph/N_{ex} \times 100$ ) – доля численности подёнок в % в чистых водотоках и относительно незагрязнённых довольно высокая; при нарастающем импакте численность личинок подёнок вначале снижается, затем они могут полностью элиминироваться из сообществ.

–  $\%N_{Ch}$  ( $N_{Ch}/N_{ex} \times 100$ ) – доля численности личинок хирономид в %-м выражении; следует правильно интерпретировать этот показатель, учитывая сезонные колебания численности этой группы и время массового вылета хирономид; иногда большая доля хирономид в пробах (особенно весной) может быть связана с обилием хирономид перед массовым лётком. Однако в случае ненарушенных экосистем обилие личинок хирономид должно сопровождаться одновременно и хорошей представленностью комплекса EPT, а также других групп чувствительных организмов при малой доле олигохет.

–  $\%TO$  ( $TO/N_{ex} \times 100$ ) – доля толерантных организмов (Tolerant Organisms). При сильном загрязнении вод доля толерантных организмов становится очень высокой, достигая в критических случаях 100%.

–  $\%N_{Ch+O}$  – суммарная доля хирономид и олигохет (хирономидно-олигохетный комплекс) очень хороший показатель, указывающий на ухудшение качества вод; особенно ярко выражается при органических загрязнениях, в критических случаях достигает 100%.

–  $\%NDominant\ Taxon$  – доля доминантного таксона. Этот показатель характеризует расцвет преобладающего вида – эдфикатора. Если доминирует таксон из категории чувствительных, это свидетельствует о хорошем состоянии качества воды и наоборот. Данная метрика при экспресс-мониторинге позволяет быстро охарактеризовать экологическое состояние водотока.

Метрики, учитывающие долю функционально-трофических групп.

Здоровье водотоков можно оценивать по относительной численности функционально-трофических группировок. Если в водотоке формируются сообщества с трофической структурой, согласующейся с общей схемой Концепции Речного Континуума

[5], можно говорить о стабильности условий и хорошем качестве среды. Доминирование несвойственных трофических группировок может сигнализировать об изменении естественных условий среды. В оценке качества вод исследуемых водотоков были использованы следующие метрики:

– %NShredders (shr) – доля численности измельчителей (в %): высокая доля измельчителей характеризует здоровые сообщества лесных водотоков с большими объёмами листового опада.

– %NGrazers/Scrapers (scr) – доля численности скребущих (в %) характеризует благоприятные условия в сообществах водотоков с каменисто-галечными грунтами и хорошей освещённостью водной поверхности.

– %NCollectors-filterers (c-f) – доля численности фильтраторов (%) – высокая доля фильтраторов отмечается в водотоках с высоким расходом воды, каменисто-галечными грунтами и хорошим качеством воды; однако в некоторых случаях увеличение личинок Hydropsychidae на тестируемых станциях может свидетельствовать о тепловом или органическом загрязнении.

– %NCollectors-Gatherers (c-g) – доля численности коллекторов-собираателей (%). Высокая доля коллекторов характеризует местообитания с преобладающими процессами седиментации: затишные прибрежья водотоков, плёсы или равнинные участки водотоков (область низовья). Увеличение доли коллекторов в некоторых случаях может свидетельствовать об органических загрязнениях.

Перечисленные метрики основаны на показателях численности, хотя при желании или необходимости поставленных задач можно использовать и данные по биомассе. При проведении экспресс-мониторинга, как правило, учитывают только численность, поскольку определение биомассы через взвешивание организмов требует дополнительных временных затрат [13].

## 2.4 Биотические индексы

Существуют десятки биотических индексов, которые успешно используются в биомониторинге пресных вод. Эти методы широко описаны в литературе. Ниже будут приведены примеры некоторых из них.

Индекс Вудивисса широко применяется как в краткой, так и расширенной модификациях. Это один из немногих биотических индексов, который используется в государственном российском мониторинге при классификации качества поверхностных вод [4]. Основное достоинство индекса Вудивисса заключается в простоте его определения. Он основан на учете любых представителей крупных и широко известных таксономических

групп макрзообентоса. В некоторых случаях его применение может быть весьма эффективным, особенно при комбинировании его с оценкой абиотических условий («бельгийский метод»). Индекс Вудивисса более пригоден для исследования рек умеренного пояса и не подходит для озёр и прудов.

Оценка состояния рек проводится по 15-балльной шкале (табл. 2).

Таблица 2 – Таблица для расчёта индекса Вудивисса

Группы-индикаторы	Количество видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	> 20
Нимфы веснянок (Plecoptera)	Более 1	-	7	8	9	10	11 - ...
	1 вид	-	6	7	8	9	10 - ...
Нимфы подёнок (Ephemeroptera) (кроме личинок <i>Baetis rhodani</i> )	Более 1	-	6	7	8	9	10 - ...
	1 вид	-	5	6	7	8	9 - ...
Личинки ручейников (Trichoptera)	Более 1	-	6	7	8	9	10 - ...
	1 вид	4	4	5	6	7	8 - ...
Бокоплавы (Amphipoda)		3	4	5	6	7	8 - ...
Водяные ослики (Isopoda)		2	3	4	5	6	7 - ...
Олигохеты или личинки хируномид		1	2	3	4	5	6 - ...
Отсутствуют все названные группы		0	1	2	-	-	-

Составлено автором по [13]

Чтобы оценить состояние водоема по методу Вудивисса нужно:

1. Выяснить, какие индикаторные (показательные) группы имеются в исследуемом водоеме.

2. Оценить общее разнообразие бентосных организмов. Определить количество «групп» бентосных организмов в пробе. При использовании метода Вудивисса за «группу» принимается любой вид плоских червей, моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей, веснянок, сетчатокрылых, жуков, любой вид личинок других насекомых. Определив количество групп в пробе, находят соответствующий столбец в таблице

3. На пересечении строки и столбца по специальной таблице находят индекс Вудивисса. Значение индекса изменяется от 0 до 15 и измеряется в баллах; соотношение индекса и класса чистоты (табл. 3).

Таблица 3 – Значения индекса Вудивисса и категории качества воды

Значения индекса	Класс чистоты	Категория качества воды	Цвет кодировки
8-10 и выше	1-2	Чистые реки	Синий
6-7	3	Незначительное загрязнение	Зеленый
3-5	4-5	Значительное загрязнение	Желтый
0-2	5-7	Очень сильное загрязнение	Красный

Составлено автором по [13]

Согласно биотическому индексу Вудивисса, по мере повышения уровня загрязненности вод происходит изменение видовой структуры бентосных организмов, вследствие чего из донных сообществ элиминируются индикаторные таксоны, достигшие предела своей толерантности.

Family Biotic Index (FBI). Разработано множество методов оценки качества поверхностных вод, основанных на толерантных свойствах организмов. Для этого необходимо располагать данными по их толерантным свойствам – знать толерантное значение таксонов (Tolerance Value, TV). Толерантные значения для расчётов индекса FBI представляют собой градации чувствительности организма в пределах условной 10-балльной шкалы толерантности: от 0 – «живёт только в чистой воде» до 10 – «способен выдерживать самые сильные загрязнения». Принадлежность таксонов к градациям шкалы

определяется специалистами на основании наблюдений в природе и экспериментальных данных [6].

Индекс FBI рассчитывается следующим образом:

$$\text{Индекс FBI} = \frac{\sum x_i t_i}{N_{\text{ex}}}, \quad (2)$$

где  $x_i$  – количество экземпляров ( $x$ ) в отдельном семействе ( $i$ ),

$t_i$  – толерантное значение  $i$ -го семейства,

$N_{\text{ex}}$  – общее число организмов в пробе.

Значения индекса FBI могут колебаться от 0 (что характеризует очень чистые воды) до 10 (очень грязные). Индекс необходимо применять с учётом ландшафтных характеристик экорегиона (горные районы, предгорья, равнины), так как значения индекса в одной и той же категории качества различаются в зависимости от экорегиона. После расчёта индекса FBI по данным отобранных проб следует соотнести его с типом экорегиона и зоной водотока, затем определить категорию качества по табл. 4.

Таблица 4 – Категории качества по индексу FBI в применении к водотокам, расположенным в различных экорегионах

Категории качества	Индекс FBI		
	Горная область	Область предгорий	Равнинные области
Очень хорошее (кодировка: белый цвет)			
5	<4,00	<5,14	<5,42
4,6	4,00–4,04	5,14–5,18	5,42–5,46
Хорошее (кодировка: голубой цвет)			
4,4	4,05–4,09	5,19–5,23	5,47–5,51
4,0	4,10–4,83	5,24–5,73	5,62–6,00
3,6	4,84–4,88	5,74–5,78	6,01–6,05
Удовлетворительное (кодировка: зелёный цвет)			
3,4	4,89–4,93	5,79–5,83	6,06–6,10
3	4,94–5,69	5,84–6,43	6,11–6,67
2,6	5,70–5,74	6,44–6,48	6,68–6,72

Продолжение таблицы 4

Категории качества	Индекс FBI		
	Горная область	Область предгорий	Равнинные области
Плохое (кодировка: жёлтый цвет)			
2,4	5,75–5,79	6,49–6,53	6,73–6,77
2	5,80–6,95	6,54–7,43	6,78–7,68
1,6	6,96–7,00	7,44–7,48	7,69–7,73
Очень плохое (кодировка: красный цвет)			
1,4	7,01–7,05	7,49–7,53	7,74–7,79
1	>7,05	>7,53	>7,79

Составлено автором по [13]

Biological Monitoring Working Party Index (BMWP) – индекс предложен в рамках системы RIVPACS, которая широко используется для оценки качества вод в Великобритании и странах ЕС. Ниже представлена модификация индекса (интерпретация Т.С. Вшивковой) в применении к дальневосточной биоте – Far Eastern (FE BMWP) (прил. А1).

Для расчета значений индекса суммируются баллы всех таксонов, обнаруженных на исследуемом участке, полученная сумма представляет собой значение индекса (табл. 5).

Таблица 5 – Значения индекса FE BMWP и категории качества воды

Значение индекса FE BMWP	Качество воды
Больше 150	Превосходное
101-150	Очень хорошее
51-100	Хорошее
26-50	Невысокое
Меньше 25	Плохое

Составлено автором по [13]

Индекс FE ASPT (Far Eastern Average Score Taxon Index) – данный индекс является производным от FE BMWP и рассчитывается следующим образом:

$$FE\ ASPT = FE\ BMWP / N_t, \quad (3)$$

где  $N_t$  – общее число обнаруженных таксонов.

Индекс FE ASPT имеет семь градаций качества воды, которые представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения индекса FE ASPT и качество воды

Индекс FE ASPT	Качество воды	Рейтинг
5+	Превосходное	7
4,5-4,9	Очень хорошее	6
4,1-4,4	Хорошее	5
3,6-4,0	Посредственное	4
3,1-3,5	Скорее плохое	3
2,1-3,0	Плохое	2
0-2,0	Очень плохое	1

Составлено автором по [13]

Индекс чувствительных организмов (SO) – показывает относительную долю чувствительных, чувствительных, организмов [7]. Для удобства индекс рассчитывается в процентах. В здоровых водотоках этот показатель может достигать 99% и даже 100%. При сильных загрязнениях чувствительные организмы полностью исчезают из экосистемы. Группы чувствительных организмов, обычные для дальневосточных водотоков, приведены в приложении Б1.

Значения индекса SO и соответствующие им категории качества воды приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Категории качества воды по индексу SO

Индекс SO	% SO	Категория качества	Цвет кодировки на экокарте
0,91-1,00	91-100	Превосходное	Белый
0,90-0,76	76-90	Очень хорошее	Голубой
0,75-0,50	75-50	Хорошее	Зелёный
0,49-0,26	49-26	Умеренное	Жёлтый
0,25-0,06	25-6	Плохое	Оранжевый
0,5-0,1	5-1	Очень плохое	Красный
0	0	Катастрофическое	Чёрный

Составлено автором по [13]

Индекс Майера (IM<sub>TV</sub>) – простой метод оценки качества вод, доступный неспециалистам [8], подходит для любых типов водоёмов, был разработан для европейской части России. Метод предполагает, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоёмам с определенной степенью загрязненности. При этом организмы-индикаторы классифицированы в три группы по их толерантным свойствам (табл. 8). Группы организмов интерпретированы применительно к дальневосточной биоте (модификация Т.С. Вшивковой).

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема. Хотя точность метода невысока, но её можно повысить при регулярном отборе проб в течение определённого времени (сезона) или при отборе проб в течение разных сезонов и последующем сравнении полученных данных. В результате можно установить наличие загрязнений, а также в какую сторону изменяется состояние донных сообществ.

Таблица 8 – Индекс Майера (модификация Т.С. Вшивковой) (IM<sub>TV</sub>)

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок Личинки поденок Личинки ручейников Личинки стрекоз Gomphidae Личинки вислокрылок	Личинки стрекоз Личинки комаров – долгоножек (Tipulidae) Личинки мошек	Личинки хирономид Личинки кровососущих комаров Личинки двукрылых с развитыми дыхательными трубками
Двустворчатые моллюски: – жемчужницы (Margaritiferidae), – перловицы (Middendorffiana) Брюхоногие моллюски: речные чашечки (Ancylus)	Двустворчатые моллюски: горошины Pisidium (Pisidiidae) Брюхоногие моллюски: акролоксиды (Acroloxidae) (часть)	Двустворчатые моллюски: шаровки Musculium, Sphaeriidae) Брюхоногие моллюски: – прудовики (Lymnaeidae), – параюги (Parajuga, Pleuroceridae), физиды (Physidae)
Бокоплавы (Amphipoda) Речные раки (Cambaroides) Плоские черви – планарии	Водяной ослик (Asellus)	Олигохеты

Составлено автором по [13]

При определении индекса Майера следует отметить, какие из приведенных в таблице групп обнаружены в пробах. Затем количество найденных групп из первого раздела необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего раздела – на 1. Получившиеся цифры складывают:

$$IM_{TV} = X \times 3 + Y \times 2 + Z \times 1, \quad (4)$$

где X – обитатели чистых вод,

Y – обитатели умеренно загрязнённых вод,

Z – обитатели загрязнённых водоёмов.

По значению суммы  $IM_{TV}$  (в баллах) оценивают степень загрязнённости водоёма (табл. 9).

Таблица 9 – Категории качества воды по индексу Майера (модификация Т.С. Вшивковой) ( $IM_{TV}$ )

Значения индекса, баллы	Класс качества	Категория качества вод	Цвет кодировки
Более 22	1 класс	Чистые	Голубой
17-21	2 класс	Слабо загрязнённые	Зелёный
11-16	3 класс	Умеренно загрязненная	Жёлтый
Менее 11	4-7 класс	Грязные	Оранжевый
Менее 4	0-3	Очень грязные	Красный

Составлено автором по [13]

Индекс Гутнайта-Уитлея (GW). Этот простой, широко известный и надёжный показатель состояния вод, особенно хорош при оценке загрязнения органическими веществами. Значение индекса равно отношению количества обнаруженных в пробе олигохет ( $N_o$ ) к общему количеству организмов ( $N_{ex}$ ), включая и самих червей, в %:

$$GW = N_o / N_{ex} \times 100\%, \quad (5)$$

где  $N_o$  – численность олигохет,

$N_{ex}$  – общая численность организмов в пробе.

При этом состояние реки считается хорошим, если индекс GW меньше 60%, сомнительным – при GW в пределах 60-80%, река тяжело загрязнена при GW выше 80% (табл. 10).

Таблица 10 – Значения индекса Гуднайта-Уитлея (GW) и класс качества воды

Значение индекса, %	Степень загрязнения воды	Класс качества
Менее 30	Отсутствие загрязнения	1-2
30-60	Незначительное	2-3
60-70	Умеренное	3-4
70-80	Значительное	4-5
Более 80	Сильное	5-6

Составлено автором по [13]

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать следующие выводы. Во-первых, любая деятельность регламентируется федеральными законами, нормативными актами, ГОСТами и прочими законами, действующими в Российской Федерации. Во-вторых, чтобы оценивать качество вод, важно не только понимать, как пользоваться формулами, но и уметь определять тип области, в которой протекает водоток (горная, предгорий, равнинная). Потому что существуют индексы, учитывающие данный фактор. Например, индекс FBI.

### 3 Экспресс-оценка качества вод исследуемых водотоков

#### 3.1 Район исследований и физико-географическая характеристика района

Исследуемые водотоки располагаются на полуострове Муравьева-Амурского (рис.1), который расположен на юге Приморского края и омывается водами залива Петра Великого Японского моря. Протяженность полуострова – около 40 км, ширина – 10-12 км. По орографической схеме Приморского края район находится в зоне Южного Сихотэ-Алиня, где преобладают низкие и средневысотные горы. Высота гор колеблется от 426.7 м (на водоразделе, проходящем по полуострову ближе к Уссурийскому Заливу) до 70-90 м (у побережья Амурского Залива). Средняя высота гор 200 метров. В распадках между горами, с перепадами высот 50-150 метров и шириной по верху 3-5 км, а по низу – 1-2 км, имеющих преимущественно меридиональное направление, протекают малые реки и ручьи [9].

Гидрографическая сеть района исследований выражена достаточно хорошо, но неравномерно. На небольших островах отсутствуют реки, а иногда вообще источники пресной воды. Большинство рек полуострова имеет вид типичных горных речек с массой перекатов. Первая Речка, Вторая Речка, р. Черная, р. Богатая впадают в Амурский залив, р. Объяснения – в бухту Золотой Рог. Все реки имеют небольшую длину. Сильно пересеченный рельеф местности обеспечивает быстрый сброс дождевых и ливневых осадков. Характерной особенностью рек района является ярко выраженное преобладание стока дождевого происхождения. Весной наблюдаются первые подъемы уровня, но незначительный снеговой покров при таянии дает мало воды. Наибольшие подъемы уровня воды рек приходятся на летние месяцы. Максимальные расходы формируются в основном в период развития ливневой деятельности.

Атмосферная циркуляция является одним из главных климатообразующих факторов. Дальний Восток (в том числе и район исследований) относится к муссонной области умеренного пояса. Здесь наблюдается сезонная смена воздушных течений, возникающих под влиянием термических контрастов между материком и океаном, а также изменения в местоположении тихоокеанского антициклона и тропосферных фронтов (полярного и арктического). Зимой преобладают ветры, направленные с суши на океан (зимний муссон), летом – с океана на сушу (летний муссон). Как следствие сезонной смены атмосферной циркуляции отмечается резкое различие в увлажнении зимнего и летнего сезонов, в результате чего в данном районе преобладают сухая зима и влажное лето [12].

Избранные водотоки относятся к бассейну Амурского залива; один из них (ручей Эврика) впадает в бухту Три Поросенка, другой (ручей Океанский) – в бухту Емар.



Рисунок 1 – Расположение исследуемых водотоков на полуострове Муравьева-Амурского

Составлено автором

Ручей Эврика относится к категории малых водотоков (не более 10 километров), относится к бассейну бухты Три Поросенка (Уссурийский залив). Вблизи ручья располагается Эколого-биологический центр ВДЦ «Океан», строительство которого могло нарушить экосистему водотока Эврика (рис. 2).



Рисунок 2 – Карта-схема расположения ручья Эврика и станций на данном водотоке

Составлено автором

Ручей Океанский так же, как и ручей Эврика относится к категории малых водотоков (не более 10 километров), относится к бассейну бухты Емар (Уссурийский залив). Вблизи ручья располагается поселок Емар и ВДЦ «Океан» (рис. 3). С недавнего времени выше станций отбора проб началось строительство коттеджного поселка. Также производилось

укрепление части русла ручья Океанский, которая находится на территории детского центра. Данные факторы могли привести к нарушению экосистемы исследуемого водотока (рис.3).



Рисунок 3 – Карта-схема расположения ручья Океанский и станций на данном водотоке

Составлено автором

### 3.1.1 Характеристика станций отбора проб

На ручье Эврика было две отборочные станции. Первая располагается ближе к автодороге, которая используется сотрудниками ВДЦ «Океан», и находится на территории с широколиственными деревьями. Вторая станция располагается ниже первой, ближе к устью, на которую оказывает влияние морская вода во время приливов.

Таблица 11 – Основные морфометрические характеристики ручья Эврика и температура на двух пробных станциях

Параметры среды	Станции отбора проб	
	1	2
Широта, N	43.2036358	43.2023189
Долгота, E	132.1413315	132.1422974
Высота над у.м. (м)	19	1
Тип долины	V-образный	Лоткообразный

Продолжение таблицы 11

Параметры среды	Станции отбора проб	
	1	2
Ширина русла (м)	1,10	2,8
Площадь поперечного сечения (м <sup>2</sup> )	0,0013	0,12
Средняя глубина	0,0118	0,06
Скорость течения (м/с)	0,36	0,35
Расход воды (м <sup>3</sup> /с)	0,0468	0,042
t воды, С°	14,2	13,4
t воздуха, С°	13,6	25

Составлено автором

На ручье Океанский так же было две отборочные станции. Первая располагается ближе к автодороге, соединяющая города Владивосток и Артем, вторая – ближе к предустьевой зоне, ниже первой станции.

Таблица 12 – Основные морфометрические характеристики ручья Океанский и температура на двух пробных станциях

Параметры среды	Станции отбора проб	
	1	2
Широта, N	43.210694	43.2100338
Долгота, E	132.164034	132.1644062
Высота над у.м. (м)	22	19
Тип долины	V-образный	Лоткообразный
Ширина русла (м)	1,52	1,82
Площадь поперечного сечения (м <sup>2</sup> )	0,06895	0,075
Средняя глубина	0,0372	0,037
Скорость течения (м/с)	0,6	0,67
Расход воды (м <sup>3</sup> /с)	0,04137	0,05
t воды, С°	9,8	13,4
t воздуха, С°	13,6	25

Составлено автором

Так как оба исследуемых водотока располагаются в рекреационной зоне – минимальное негативное воздействие все-таки оказывается на данные ручьи. С помощью анализа биотических метрик и расчета биотических индексов появится возможность подтвердить или опровергнуть факт негативного влияния на экосистемы ручьев.

### 3.2 Результаты исследований

На выбранных водотоках, ручьях Эврика и Океанский, расположенных на территории ВДЦ «Океан», были отобраны материалы с помощью следующих методов отбора проб:

– метод принудительного дрефта с использованием донного сачка (D-net) (рис.4);



Рисунок 4 – Отбор проб методом принудительного дрефта с использованием донного сачка

Составлено автором

– метод принудительного дрефта с использованием бентометра Сарбера (B-S);  
– ручной сбор с камней (рис.5).



Рисунок 5 – Отбор проб методом ручного сбора

Составлено автором

Помимо отбора проб на избранных водотоках, приняли участие в эколого-образовательных мероприятиях со школьниками ВДЦ Океан (рис.6). Провели мастер-классы по следующим темам:

- А) обучение слушателей методам отбора проб водных беспозвоночных;
- Б) определение водных беспозвоночных до групп;
- В) оценка качества вод водотоков по показателям водных беспозвоночных.



Рисунок 6 – Фотография с одного из проведенных мастер-классов

Составлено автором

Таблица 13 – Схема отбора проб водных беспозвоночных на водотоках Уссурийского залива (4 апреля 2023, 12 июня – 4 июля 2023)

Водотоки/станции	Типы пробоотборников и количество проб		
	Качественный сбор (смыв с камней)	Донный сачок (D- net)	Бентометр Сарбера (B-S)
Руч. Эврика, ст. 1	9	6	2
Руч. Эврика, ст. 2	9	6	2
Руч. Океанский, ст.1	2	1	-
Руч. Океанский, ст.2	2	1	-
Всего отобрано проб	43		

Составлено автором

### 3.2.1 Анализ биотических метрик

Анализ биотических метрик требует полного разбора проб и определения организмов до видов. Последнее не всегда возможно при проведении экспресс-мониторинга и из-за отсутствия квалифицированных специалистов. Но при таких обстоятельствах так или иначе представляется возможность определить качество вод. Не все метрики и биотические индексы требуют определения организмов до видов.

Работа с данными по разобранному материалу с четырех станций двух водотоков проводилась в программе Excel. Ниже представлены фрагменты таблиц из указанной программы.

38	Отряд Двукрылые		
39	Семейство Ceratopogonidae		
40	14. Palpomyia sp.	1	0,52
41	Семейство Chironomidae		
42	15. Chironomidae indet.	120	62,83
43	Семейство Simuliidae		
44	16. Simulium sp.	39	20,43
45	Семейство Tipulidae		
46	17. Tipula sp.	1	0,52
47	Other Diptera		
48	18. Diptera gen. sp. 1	1	0,52
49	19. Diptera gen. sp. 2	1	0,52
50	<b>ВСЕГО:</b>	<b>194</b>	<b>100</b>

Рисунок 7 – Фрагмент таблицы с данными по первой станции ручья Океанский

Составлено автором

81	По таксономическому богатству		
82	Nht	10	
83	Ntfamily	22	
84	NtE	2	
85	NtP	2	
86	NtT	3	
87	NERT	7	
88	EPT Richness Index	31.81818182	посредственное
89	По показателям численности		
90	Nex	2208	
91	Nept	30	
92	Diptera/Nex	0.5	
93	% численности		
94	%EPT	1.358695652	
95	%Eph	0.18115942	
96	%Tri	0.226449275	
97	%Chi	48.82246377	
98	%Oii	48.27898551	
99	%Ch+O	97.10144928	
100	%Dominant Taxa	48.82246377	Chir
101	SO% (Индекс SO)	27.27272727	умеренное
102	TO% (Индекс TO)	72.72727273	

Рисунок 8 – Фрагмент таблицы с данными по первой станции ручья Эврика

Составлено автором

Анализ метрик по первой станции ручья Океанский дал следующие результаты:

- общее число таксонов – 19;
- общее число семейств – 15;
- число видов поденок – 2;

- число видов веснянок – 3;
- число видов ручейников – 3;
- доминантный таксон – Хирономиды (67%);
- общее число экземпляров – 194;
- общее число экземпляров ЕРТ – 18;
- доля организмов ЕРТ – 9,3%.

Анализ метрик по второй станции ручья Океанский:

- общее число таксонов – 22;
- общее число семейств – 22;
- число видов поденок – 2;
- число видов веснянок – 3;
- число видов ручейников – 5;
- доминантный таксон – Хирономиды (72%);
- общее число экземпляров – 1167;
- общее число экземпляров ЕРТ – 128;
- доля организмов ЕРТ – 11%.

Анализ метрик по первой станции ручья Эврика дал следующие результаты:

- общее число таксонов – 22;
- общее число семейств – 22;
- число видов поденок – 2;
- число видов веснянок – 2;
- число видов ручейников – 3;
- доминантный таксон – Хирономиды (49%);
- общее число экземпляров – 2208;
- общее число экземпляров ЕРТ – 30;
- доля организмов ЕРТ – 1,4%.

Анализ метрик по второй станции ручья Эврика:

- общее число таксонов – 11;
- общее число семейств – 22;
- число видов поденок – 0;
- число видов веснянок – 0;
- число видов ручейников – 3;
- доминантный таксон – Хирономиды (63,7%);
- общее число экземпляров – 2356;
- общее число экземпляров ЕРТ – 8;

– доля организмов ЕРТ – 0,34%.

### 3.2.2 Расчет и анализ биотических индексов

Расчет биотических индексов проводился в той же программе, в которой производился анализ биотических метрик – в программе Excel. Индексы рассчитывались на основе полученных метрик по таксономическому богатству и численным показателям.

SO% (Индекс SO)	27.27272727	умеренное
TO% (Индекс TO)	72.72727273	
<b>Биотические индексы</b>		<b>качество</b>
Индекс Вудивисса	11	чистые реки
FBI	6.890851449	плохое
BMWP	85	хорошее
FE ASPT	3.863636364	посредственное
Индекс Майера IM1	12	умеренно загрязненная
Индекс Гутнайта-Уитлея	48.27898551	незначительное загрязнение
EPT Richness Index	31.1818182	посредственное

Рисунок 9 – Фрагмент таблицы с биотическими индексами по первой станции ручья Эврика

Составлено автором

Расчет биотических индексов по первой станции ручья Океанский дал следующие результаты:

- индекс SO – 28,3%;
- индекс TO – 71,7%;
- индекс Вудивисса – 10;
- индекс FBI – 5,62;
- индекс FE BMWP – 131;
- индекс FE ASPT – 8,7;
- индекс Майера – 11;
- индекс Гутнайта-Уитлея – 1,55;
- индекс ЕРТ – 42,1.

Анализ рассчитанных индексов, как и в большинстве случаев, дал неоднозначный результат: индексы SO, TO, Майера показывают, что на первой станции присутствует умеренное загрязнение; индекс ЕРТ оценивает качество воды как плохое; а остальные индексы (Вудивисса, FBI, FE BMWP, FE ASPT, Гутнайта-Уитлея) показывают, что качество воды превосходное и очень хорошее.

Расчет биотических индексов по второй станции ручья Океанский дал следующие результаты:

- индекс SO – 38%;

- индекс ТО – 62%;
- индекс Вудивисса – 11;
- индекс FBI – 5,6;
- индекс FE BMWP – 221;
- индекс FE ASPT – 10,5;
- индекс Майера – 11;
- индекс Гутнайта-Уитлея – 17;
- индекс EPT – 45,5.

Анализ рассчитанных индексов: индексы SO, ТО, Майера показывают то, что на первой станции присутствует умеренное загрязнение; индекс EPT оценивает качество воды как плохое; а остальные индексы (Вудивисса, FBI, FE BMWP, FE ASPT, Гутнайта-Уитлея) показывают, что качество воды превосходное и очень хорошее.

Расчет биотических индексов по первой станции ручья Эврика дал следующие результаты:

- индекс SO – 27%;
- индекс ТО – 73%;
- индекс Вудивисса – 11;
- индекс FBI – 6,9;
- индекс FE BMWP – 85;
- индекс FE ASPT – 3,9;
- индекс Майера – 12;
- индекс Гутнайта-Уитлея – 48,3;
- индекс EPT – 31,2.

Анализ рассчитанных индексов: индексы SO, ТО, Майера, EPT, FE ASPT показывают то, что на первой станции присутствует умеренное загрязнение; индекс FBI оценивает качество воды как плохое; а индексы Вудивисса и Гутнайта-Уитлея показывают, что качество воды превосходное и хорошее.

Расчет биотических индексов по второй станции ручья Эврика дал следующие результаты:

- индекс SO – 18,2%;
- индекс ТО – 81,8%;
- индекс Вудивисса – 8;
- индекс FBI – 6,9;
- индекс FE BMWP – 33;
- индекс FE ASPT – 3;

- индекс Майера – 7;
- индекс Гутнайта-Уитлея – 32,7;
- индекс ЕРТ – 31,2.

SO% (Индекс SO)	18,18181818	плохое
TO% (Индекс TO)	81,81818182	плохое
<b>Биотические индексы</b>		<i>качество</i>
Индекс Вудивисса	8	превосходное
FBI	6,988539898	плохое
BMWP	33	удовлетворит.
FE ASPT	3	плохое
Индекс Майера IM1	7	плохое
Индекс Гутнайта-Уитлея	32,68251273	хорошее

Рисунок 10 – Фрагмент таблицы с биотическими индексами по второй станции ручья Эврика

Составлено автором

Анализ рассчитанных индексов: индексы SO, TO, Майера, ЕРТ, FE ASPT оценивают качество воды как плохое; индекс FBI характеризует качество воды как удовлетворительное; а индексы Вудивисса и Гутнайта-Уитлея показывают, что качество воды превосходное и хорошее соответственно.

### 3.2.3 Оценка качества водотоков по показателям водных беспозвоночных

Оценка качества водотоков по показателям макрозообентоса – эффективный и сравнительно простой способ понять, к какой категории качества принадлежит тот или иной водоток. Если для гидрохимического анализа вод является обязательным работа с пробами в лаборатории, то для анализа качества вод по показателям водных беспозвоночных достаточно иметь при себе среднего размера емкость и определитель или атлас водных беспозвоночных (если в группе исследователей нет специалистов, которые смогут определить группу, к которой принадлежат найденные организмы). Описываемый метод (качественный сбор с камней), как упоминалось выше, является простым способом оценки качества вод. Достаточно найти в отобранной пробе организмы, относящиеся к чувствительной группе (прил. Б.1), чтобы провести анализ качества вод. Так же при проведении качественного сбора представляется возможным посчитать индекс Вудивисса.

Оценка качества вод исследуемых водотоков, относящихся к бассейну Амурского залива, имела следующие этапы:

- отбор проб на избранных водотоках;
- разбор полученных проб;
- определение организмов до групп, до видов (с помощью специалиста);
- перенос данных в электронную разборочную карточку;

- расчет биотических метрик и индексов;
- определение качества вод на станциях избранных водотоков.

Качество вод на первой станции ручья Океанский можно оценить как «хорошее».

Качество вод на второй станции ручья Океанский так же, как и на первой, можно оценить как «хорошее».

Качество вод на первой станции ручья Эврика можно оценить как «удовлетворительное».

Качество вод на второй станции ручья Эврика можно оценить скорее как «плохое», а не как «удовлетворительное».

Данные по показателям качества вод были обобщены и приведены к среднему значению.

Из-за сложившихся обстоятельств не представилась возможность определить до подсемейства организмы из семейства Chironomidae. Некоторые подсемейства из этого семейства (Podonominae, Diamesinae) относятся к чувствительным организмам, то есть чувствительны к загрязнениям. Индекс SO мог бы показать совсем другие результаты, если бы были определены подсемейства семейства Chironomidae. Но целью учебной ознакомительной практики была именно экспресс-оценка качества вод избранных водотоков. Следовательно, цель была достигнута.

## Заключение

За весь временной промежуток, который выделялся для прохождения учебной ознакомительной практики было выполнено следующее:

- ДВМЭОО «Зелёный Крест», на базе которой проходила практика, является филиалом Зелёного Креста, находящегося в Москве, также мероприятия и программы, осуществляемые ДВМЭОО «Зелёный Крест», в основном, носят научно-практический и образовательный характер;

- определены структуры сообществ по доминирующим видам;

- рассчитаны и проанализированы биотические метрики и индексы;

- на основании анализа биотических метрик и индексов была произведена экспресс-оценка качества вод ручьев Эврика и Океанский, которая показала, что качество вод на первой и второй станциях ручья Океанский «хорошее», на первой станции ручья Эврика – «удовлетворительное», на второй станции ручья Эврика «плохое».

Из всех данных, полученных за время прохождения практики, подтвердилось следующее: даже те водотоки, которые располагаются в пригородной зоне, подвергаются антропогенному воздействию. Примером послужили избранные водотоки, в бассейне которых проводятся строительные работы (ручей Эврика – строительство Эколого-биологического центра, ручей Океанский – коттеджный поселок) и укрепление русла на территории ВДЦ «Океан» (ручей Океанский). Данные факторы повлияли на изменение качества вод, что подтвердилось после анализа биотических индексов.

Так же на наличие в водотоках всех групп организмов влияет время года. Факт того, что на всех станциях исследованных водотоков доминантным таксоном были Хирономиды, может сигнализировать о том, что пробы были отобраны в тот период, когда личинки должны были перейти в стадию имаго (взрослая стадия развития). Оценка качества вод не всегда может показывать настоящее качество водотока, если она проводится, например, раз в год. Именно поэтому важно учитывать сезон, в который проводится отбор проб на водотоках.

Помимо сезонности важно понимать необходимость регулярной оценки качества пресных водотоков – пресноводного мониторинга. Как было сказано выше, проведение оценки качества вод раз в год – не является оптимальным вариантом и не даст точных результатов. Поэтому следует проводить тщательный мониторинг пресных водотоков для того, чтобы всегда знать о том, каким является качество вод, и чтобы предотвращать ухудшения этого показателя.

## Список использованной литературы

- 1 Дальневосточная межрегиональная экологическая общественная организация «Зелёный крест»: [сайт]. – URL: <http://www.green-cross.ru/about/> (дата обращения: 19.06.2023)
- 2 Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 31.12.2017).
- 3 Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 С.
- 4 ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Контроль качества воды: сб. ГОСТов. – М.: ФГУП Стандартиформ, 2010 г.
- 5 Богатов В. В. О закономерностях функционирования речных экосистем в свете базовых научных концепций // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2013. – № 4. – С.90-99.
- 6 Вшивкова, Т.С. Проблемы загрязнения городских водотоков / Т.С. Вшивкова // Экологические проблемы природопользования и охрана окружающей среды в Азиатско-Тихоокеанском регионе: среды жизни, их охрана и восстановление / под ред. Н.К. Христофоровой, Н.В. Иваненко. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 135 С.
- 7 Вшивкова, Т.С. Оценка экологического состояния водотоков с использованием водных беспозвоночных: краткое руководство по биомониторингу пресных вод для общественных экологических агентств / Т.С. Вшивкова; НОКЦ «Живая вода» и МЦЭМ БПИ ДВО РАН. – Владивосток, 2013. – 35 С.
- 8 Абакумов, В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 345 С.
- 9 Гидрологическое описание полуострова Муравьева-Амурского: [сайт] – URL: [https://web.archive.org/web/20080527222358/http://primpogoda.ru/articles/reki\\_ozera/gidrologicheskoe\\_opisanie\\_poluostrova\\_muraveva\\_amurskogo/](https://web.archive.org/web/20080527222358/http://primpogoda.ru/articles/reki_ozera/gidrologicheskoe_opisanie_poluostrova_muraveva_amurskogo/) (дата обращения: 07.07.2023).
- 10 ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. Утвержден Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 29 октября 1973 г. № 2394. Дата введения 1 января 1975 г. // <https://kodeks.ru/> – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009457> (дата обращения: 09.07.2023).
- 11 Водный кодекс Российской Федерации: часть вторая, статья восьмая: по сост. на 09.07.2023. Принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г. Одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г. // «Консультант Плюс»: [сайт] – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/) (дата обращения: 09.07.2023).

12 Краткая характеристика физико-географических условий и растительности района исследований - Флора листостебельных мхов островов залива Петра Великого и полуострова Муравьева-Амурского: [сайт] – URL: [https://studexpo.net/1206336/biologiya/kratkaya\\_harakteristika\\_fiziko\\_geograficheskikh\\_usloviy\\_rastitelnosti\\_rayona\\_issledovaniy](https://studexpo.net/1206336/biologiya/kratkaya_harakteristika_fiziko_geograficheskikh_usloviy_rastitelnosti_rayona_issledovaniy) (дата обращения: 10.07.2023).

13 Вшивкова, Т.С. Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие / Т.С. Вшивкова, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, К.А. Дроздов. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2019. – 240 С.

14 Шабанов, В.В. Ведение мониторинга водных объектов в современных условиях: монография / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин; Российский государственный аграрный университет. – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 126 С.

15 Ясовеев, М.Г. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: учеб. пособие для студентов вузов / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Э.В. Какарека и др.; под ред. М.Г. Ясовеева. – Минск; М.: Новое знание: ИНФРАМ, 2015. – 304 С.

16 Охрана труда: формирование системы охраны труда на предприятии | Владивосток: [сайт] – URL: <https://vladivostok.1cbit.ru/blog/okhrana-truda-formirovanie-sistemy-okhrany-truda-na-predpriyatii/> (дата обращения: 11.07.2023)

17 "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 13.06.2023, с изм. от 27.06.2023) // «Консультант Плюс»: [сайт] – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 11.07.2023)

18 "Конституция Российской Федерации" (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) //«Консультант Плюс»: [сайт] – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/)

19 Вшивкова, Т.С. Международная инициатива в развитии пресноводного биоассессмента и охраны пресноводных ресурсов в регионе Восточной и Северо-Восточной Азии / Т.С. Вшивкова, Д.Б. Стриблинг, Д.И. Флатмерш, Д.С. Морз // Природа без границ: V Международный экологический форум. – Владивосток, 2011. С. 1–4

20 Груздев, В.С. Биоиндикация состояния окружающей среды / В.С. Груздев. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 160 С.

21 Другов, Ю.С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. – 3-е изд. – М.: БИНОМ.ЛЗ, 2015. – 427 С.

22 Шабанов, В.В. Ведение мониторинга водных объектов в современных условиях: монография / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин; Российский государственный аграрный

университет. – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 126 С.

23 Тихонова, О.И. Основы экологического мониторинга: учеб. пособие / И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 240 С.

## Приложение А. Таблица для расчёта индекса FE BMWP

Приложение А.1 – Таблица для расчёта индекса FE BMWP (модификация Т.С. Вшивковой индекса BMWP для водотоков Дальнего Востока РФ)

Класс/Отряд	Семейство	Баллы
Tricladida	Planariidae	10
Mollusca – Bivalvia	Margaritiferidae	
Ephemeroptera	Ameletidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae	
Plecoptera	Taeniopterigidae, Leuctridae, Capniidae, Perlidae, Perlodidae, Chloroperlidae,	
Heteroptera	Aphelocheiridae	
Trichoptera	Apataniidae, Arctopsychoidea, Brachycentridae, Glossosomatidae, Goeridae, Hydrobiosidae, Lepidostomatidae, Leptoceridae, Molannidae, Odontoceridae, Phryganeidae, Phryganopsychoidea, Rhyacophilidae, Sericoxestomatidae, Thremmatidae	
Diptera	Blephariceridae, Deuterophlebiidae	

Продолжение таблицы А.1

Класс/Отряд	Семейство	Баллы
Decapoda	Cambaridae, Palaemonidae	8
Amphipoda	Gammaridae	
Odonata	Aeshnidae, Calopterigidae, Cordulegastridae, Corduliidae, Gomphidae	
Plecoptera	Nemouridae	
Trichoptera	Philopotamidae, Psychomyidae, Stenopsychidae	
Coleoptera	Elmidae	
Ephemeroptera	Caenidae	7
Trichoptera	Dipseudopsidae, Limnephilidae (part), Polycentropodidae	
Mollusca Gastropoda	Viviparidae, Ancyliidae	
Diptera	Tipulidae, Simuliidae	6
Mollusca – Bivalvia	Unionidae	
Mollusca Gastropoda	Ancyliidae, Viviparidae	
Odonata	Coenagrionidae, Lestidae, Libellulidae, Macromiidae, Platycnemidae	
Ephemeroptera	Baetidae, Siphunoridae	
Trichoptera	Hydroptilidae	

Продолжение таблицы А.1

Isopoda	Asellidae	
Heteroptera	Nepidae, Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae	5
Trichoptera	Hydropsychidae	
Coleoptera	Dytiscidae, Haliplidae, Helodidae, Hydraenidae, Hygrobiiidae, Hydrophilidae, Gyrinidae, Clambidae, Dryopidae, Chrysomelidae, Curculionidae	
Megaloptera	Sialidae	
Hirudinea	Pisciicolidae	4
Mollusca – Bivalvia	Corbiculidae, Sphaeriidae	
Mollusca – Gastropoda	Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Semisulcospiridae, Valvatidae	3
Hirudinea	Erpobdellidae, Glossiphoniidae, Hirudidae	
Diptera	Culicidae; др. семейства с развитой дыхательной трубкой	
Diptera	Chironomidae	2
Oligochaeta	Oligochaeta	1

Составлено автором по [13]

Приложение Б. Группы индикаторных организмов в водотоках ДВ  
России

Приложение Б.1 – Группы индикаторных организмов в водотоках ДВ России

Сенситивные группы (SO)	Толерантные группы (ТО)
Плоские черви Сем. Planariidae	Олигохеты Сем. Lumbricidae Сем. Lumbriculidae Сем. Enchytraeidae Сем. Tubificidae Сем. Naididae
Двустворчатые моллюски Сем. Margaritiferidae	Двустворчатые моллюски Сем. Pisidiidae Брюхоногие моллюски (часть) Сем. Pleuroceridae (Juginae) Lymnaeidae Physidae Planorbidae
	Пиявки
Ракообразные	Ракообразные
Сем. Gammaridae – бокоплав Сем. Cambaridae – Речные раки	Сем. Talitridae/Нялеллиды
Насекомые	Насекомые
Отряды комплекса ЕРТ: Ephemeroptera – подёнки Plecoptera – веснянки Trichoptera – ручейники	
Отряд Стрекозы: Сем. Aeshnidae Сем. Cordulegastridae Сем. Gomphidae Сем. Macromiidae	Отряд Стрекозы: Сем. Coenagrionidae Сем. Lestidae Сем. Libellulidae

Продолжение таблицы Б.1

Сенситивные группы (SO)	Толерантные группы (ТО)
Отряд Полужесткокрылые: Сем. Aphelocheiridae	Отряд Полужесткокрылые: Сем. Nepidae (Nepa, Ranatra) Сем. Gerridae
Отряд Жесткокрылые: Сем. Elmidae Сем. Psephenidae Сем. Gyridae	Отряд Жесткокрылые: Сем. Staphylinidae
Отряд Вислокрылки: Сем. Sialidae	
Отряд Двукрылые: Сем. Athericidae (вилохвостки) Сем. Blephariceridae Сем. Deuterophlebiidae Сем. Dixidae Сем. Dolichopodidae (зеленушки) Сем. Dixidae Сем. Limoniidae Сем. Pediciidae Сем. Simuliidae, Сем. Tipulidae Сем. Chironomidae: подсем. Podonominae, Diamesinae	Отряд Двукрылые: Сем. Psychodidae Сем. Chaoboridae Сем. Culicidae Сем. Chironomidae: подсем. Chironominae (Род Chironomus) (красные) Семейства, личинки которых имеют развитые дыхательные трубки: Сем. Ephydriidae Сем. Psychodidae Сем. Ptychopteridae Сем. Stratiomyidae Сем. Syrphidae

Составлено автором по [13]