БФУ
БАЛТИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИММАНУИЛА КАНТА

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УЧЕБНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРАКТИКИ

Учебное электронное издание

Калининград
2026

БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. ИММАНУИЛА КАНТА

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: УЧЕБНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРАКТИКИ

Учебно-методическое пособие

Учебное электронное издание

Калининград
Издательство Балтийского федерального университета им. И. Канта
2026

© Оформление, БФУ им. И. Канта, 2026
ISBN 978-5-9971-1078-9

Рецензенты

И. С. Гуменюк, канд. геогр. наук, доц., Институт управления и территориального развития; и. о. директора Центра геополитических исследований Балтийского региона, Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Составители

Г. С. Михневич, канд. геогр. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *А. Ю. Романчук*, канд. биол. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *Т. В. Шаплыгина*, канд. геогр. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *И. И. Волкова*, канд. геогр. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *Ю. В. Куликова*, канд. техн. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *М. О. Ульянова*, канд. геогр. наук, ведущ. науч. сотр., зав. лабораторией геоэкологии Атлантического отделения, Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН; доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *Н. С. Белов*, канд. геогр. наук, доц., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *К. Л. Полупан*, д-р пед. наук, проф., Институт образования и психологии Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *Е. А. Калинина*, ст. преп. Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта; *Л. О. Ушакова*, ст. преп., Институт естественных наук Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Экология и природопользование: учебные и производственные практики : учебно-методическое пособие / сост. Г. С. Михневич, А. Ю. Романчук, Т. В. Шаплыгина [и др.] [Электронный ресурс] : учебное электронное издание. — Калининград : Издательство БФУ им. И. Канта, 2026.

https://publish.kantiana.ru/catalog/non-periodical/uchebnye-posobiya/ekologiya-i-prirodopolzovanie-uchebnye-i-proizvodstvennye-praktiki-/

Представлены учебно-методические материалы по проведению учебных и производственных (в том числе педагогической) практик базового высшего образования.

Предназначено для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

© Михневич Г. С., Романчук А. Ю., Шаплыгина Т. В., Волкова И. И., Куликова Ю. В., Ульянова М. О., Белов Н. С., Полупан К. Л., Калинина Е. А., Ушакова Л. О., составители, 2026

© Оформление, БФУ им. И. Канта, 2026

ISBN 978-5-9971-1078-9

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
Методические указания по проведению учебной геолого-геоморфологической практики (*Г. С. Михневич*) 5
Методические указания по проведению учебной экологической практики (*А. Ю. Романчук, Т. В. Шаплыгина, И. И. Волкова*) 9
Методические указания по проведению производственной практики в области промышленной экологии (*Ю. В. Куликова*) 21
Методические указания по проведению производственной практики в области морских исследований (*М. О. Ульянова*) 26
Методические указания по проведению производственной практики в области береговых исследований (*Н. С. Белов*) 30
Методические указания по проведению производственной педагогической практики (*Л. О. Ушакова, К. Л. Полупан, Е. А. Калинина*) 48
Заключение 52

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие (далее — УМП) «Экология и природопользование: учебные и производственные практики» предназначено для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование». Издание подготовлено в соответствии с образовательным стандартом высшего образования, установленным самостоятельно Балтийским федеральным университетом имени Иммануила Канта.

Учебные и производственные практики являются важным и неотъемлемым этапом подготовки геоэколога. УМП разработано с учетом современных требований к формированию профессиональных компетенций будущих специалистов. В нем представлены учебно-методические рекомендации для основных видов практик, входящих в программу базового высшего образования. Учебным планом направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» БФУ им. И. Канта предусмотрено 3 элективных профиля: «Экоурбанистика», «Промышленная экология» и «Геоэкология и морское природопользование». Структура и содержание УМП отражают элективный характер выбранной студентами образовательной траектории и систематизируют требования к организации практик. Данное пособие позволяет обеспечить связь теоретических знаний с прикладными навыками учебных (геолого-геоморфологической, экологической), производственных (в области морских и береговых исследований, промышленной экологии) и педагогической (в рамках производственной практики в части, формируемой участниками образовательных отношений) практик.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Цель и задачи.

Учебная практика проводится с *целью з*акрепления теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения дисциплины «Геология с основами геоморфологии», и обучения их основным практическим приемам и навыкам полевых геолого-геоморфологических наблюдений.

Задачи практики:

— ознакомление с особенностями рельефа и геологического строения региона проведения практики;

— выявление взаимосвязи геологической структуры и литологической специфики района практики с его рельефом и морфоструктурой;

— приобретение навыка проведения маршрутных геологических и геоморфологических исследований (ведение полевого дневника, изучение и описание обнажений, замеры мощностей и элементов залегания пород, отбор образцов пород и окаменелостей, составление разрезов и стратиграфических колонок, изучение различных типов рельефа и рельефообразующих процессов и т. д.);

— обучение приемам и методам камеральной обработки собранных полевых материалов;

— подготовка отчетных (текстовых и графических) материалов.

Краткая характеристика и специфика объекта исследования в рамках практики.

Основным объектом геолого-геоморфологических исследований является морское побережье Калининградского полуострова. Здесь в береговом обрыве имеются многочисленные и иногда уникальные обнажения кайнозойских отложений, а каменный материал, слагающий пляж, дает возможность познакомиться с магматическими, метаморфическими и палеозой-мезозойскими осадочными породами. Побережье также характеризуется интенсивным проявлением множества рельефообразующих процессов: деятельности моря, ветра, временных и постоянных водотоков, склоновых процессов [1—3]. Для студентов-экологов особенный интерес представляет возможность изучения антропогенного рельефообразования (берегозащитной деятельности, последствий добычи полезных ископаемых). Кроме того, на выбор объекта исследований влияет его транспортная доступность и наличие базы практик БФУ им. И. Канта в пос. Рыбное.

Методы исследования.

Ключевые методы — это маршрутные наблюдения и геолого-геоморфологическое картирование. Полевые геологические исследования включают рекогносцировку, зачистку естественных обнажений, закладку закопушек, изучение состава, структуры и свойств горных пород в их естественном залегании, описание обнажений [3].

Организация работ и обработка данных.

Традиционно полевые исследования включают в себя 3 этапа: ***подготовительный***, ***полевой***, ***камеральный***.

Подготовительный этап включает ознакомление с уже имеющимися материалами по геологии исследуемой территории, формирование программы полевых работ, инструктаж по технике безопасности в полевых условиях и беседу о правилах нахождения и проживания на базе практик. Проводится вводная лекция, в процессе которой студенты знакомятся с требованиями к отчетным материалам, правилами оформления и ведения полевого дневника, приемами ориентирования на местности, методами привязки обнажений, методикой работы с горным компасом; записывают схемы описания точек наблюдения и литологических разновидностей четвертичных отложений.

Также в подготовительный период проводится обзорная лекция, посвященная особенностям геологического и геоморфологического строения района полевых работ, производится подготовка снаряжения и оборудования. В завершение студенты распределяются по бригадам, состоящим из 2—3 человек.

Полевой этап является основным. В ходе него достигается главная цель практики. Он предполагает геолого-геоморфологические исследования, проводимые маршрутным способом.

В процессе полевых маршрутных исследований студенты должны научиться описывать общий характер рельефа, выявлять отдельные формы, их происхождение, историю развития; устанавливать роль рельефообразующих процессов; производить измерения морфометрических параметров различных форм рельефа; проводить обследование, зарисовку и описание обнажений, определять состав слагающих их пород и отложений; измерять горным компасом элементы залегания слоев; проводить наблюдения за выходами подземных вод; отбирать, описывать и определять минералы и горные породы; составлять геолого-геоморфологические профили и разрезы; устанавливать связь характера рельефа с геологическим строением местности; вести полевой дневник.

Густота точек наблюдения определяется сложностью рельефа и геологического строения изучаемой территории, а также возможностями экстраполяции полученных данных на соседние участки. Между точками наблюдений ведутся наблюдения по ходу маршрута.

При изучении обнажений следует:

1) привязать обнажение к местности и нанести его на карту, схему, абрис;

2) измерить высоту обнажения над уровнем моря;

3) измерить протяженность обнажения;

4) установить характер залегания пород в обнажении, определить границу между перемещенными породами и породами *in situ*. Определить тип берегового склона, зарисовать его профиль, отметить основные элементы;

5) выделить слои, толщи, прослои, замерить их мощности, оценить контакты;

6) последовательно снизу вверх описать каждую выделенную единицу разреза. Выполнить зарисовки структурно-текстурных признаков, деталей минерального состава, остатков флоры и фауны, включений и т. д.;

7) отобрать образы пород, ископаемых организмов, конкреций и т. п.;

8) определить элементы залегания толщ, слоев, пачек;

9) зарисовать обнажение в масштабе (рис. 1).

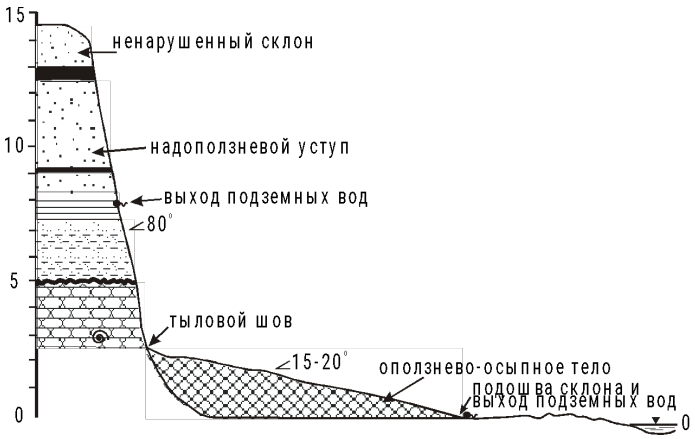


Рис. 1. Пример зарисовки геологического обнажения

Все данные полевого изучения геолого-геоморфологических объектов заносятся в специальные полевые дневники, в которых указываются дата проведения наблюдения, порядковый номер точки наблюдения и ее географическое местоположение. Описание рельефа и обнажений обычно сопровождается зарисовкой характерных форм рельефа (или комплексов форм) и обнажений, их фотографированием, составлением схематических геолого-геоморфологических профилей.

Традиционно маршруты организуются в район г. Светлогорска, пос. Отрадное, Лесное, Приморье; г. Зеленоградска, пос. Сокольники, Куликово, Заостровье; пгт Янтарный, Донское, мыса Таран с целью ознакомления студентов на практике с геологическим и геоморфологическим строением данного участка, современной динамикой рельефа, а также правилами ведения полевых дневников и методикой геолого-геоморфологических исследований [1—3].

Камеральный этап включает в себя обработку полученных в процессе работы в маршрутах материалов и составление отчета. Текущая камеральная обработка материалов проводится ежедневно после каждого маршрута, а итоговая — после окончания полевого этапа.

Одним из основных видов работ в камеральный период является обработка и оформление геологических коллекций. После каждого маршрута производится составление каталога образцов проб, отобранных на изученных и описанных обнажениях. Пробы, упакованные в полиэтиленовые пакеты, пронумерованные и подписанные еще в маршруте, сверяются с записями в полевом дневнике. Все образцы тщательно изучаются и систематизируются, уточняются первичные (полевые) названия пород, минералов и окаменелостей. С этой целью можно использовать определители, эталонные коллекции.

Еще один вид работ, выполняемых в камеральный период, — проверка и анализ материалов, приведенных в полевом дневнике: поднимаются неразборчивые записи, сопоставляется описание обнажений с построенными геологическими разрезами, производится сверка информации, приведенной в каталоге образцов, с отметками об их отборе при работе в точке наблюдения.

Важным этапом камеральных работ после окончания полевых маршрутов является подготовка каждой бригадой итогового отчета. Он должен давать полное представление о полученных студентом знаниях и навыках в области проведения полевых геолого-геоморфологических работ и должен состоять из двух частей. *В первой* приводятся необходимые теоретические сведения о геолого-геоморфологическом строении Калининградской области. Сюда должны входить следующие разделы: введение, общие сведения о районе, тектоника, стратиграфия и история геологического развития, рельеф, полезные ископаемые и подземные воды. *Вторая часть* содержит *описание фактического материала*. В условиях данной практики эта часть представляет собой дневник полевых наблюдений, который ведется бригадой в течение всего полевого периода и является копией полевых книжек членов бригады. В отчете обязательно должны присутствовать ссылки на использованную в ходе работы литературу. Неотъемлемая часть отчета — геологическая графика: сводная стратиграфическая колонка района практики и сводный геолого-геоморфологический разрез, карты фактического материала; геолого-геоморфологические профили обнажений и зарисовки маршрутных точек наблюдения.

Завершается этап практики контролем знаний. Итоговая оценка за практику выставляется преподавателем на основе текущих отметок за работу в маршрутах, содержательность и тщательность ведения полевого дневника, выполнение отчетных текстовых и графических материалов, теоретические знания, проявленные студентом на зачете, а также с учетом его отношения к работе в полевых и камеральных условиях.

Список литературы

1. *География* Калининградского региона / науч. ред. В. В. Орленок. Калининград, 1995.

2. *География* Калининградского региона. Полевая общегеографическая учебная практика / науч. ред. В. В. Орленок. Калининград, 2007.

3. *Ельцина Г. Н.* Геолого-геоморфологические исследования береговой зоны моря : учеб. пособие. Калининград, 1989.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Цель практики — закрепление и углубление теоретических знаний в области экологии и природопользования, формирование у обучающихся практических навыков самостоятельного планирования, организации и проведения экологических исследований, освоение методик оценки состояния компонентов природной среды.

Задачи практики:

1) изучение основ биологических методов контроля качества окружающей среды — биоиндикации и биотестирования;

2) выявление и картирование источников антропогенного воздействия на локальном уровне;

3) освоение методов камеральной обработки, систематизации и статистического анализа полученных данных;

4) формулирование научно обоснованных выводов по результатам исследования.

Организация работ.

Маршрутные обследования территории и водоемов выполняются бригадами из 3—4 студентов. По окончании практики составляется отчет, разделы которого подготавливаются всеми членами бригады. В каждой бригаде руководителем практики назначается старший, ответственный за технику безопасности, качество и своевременность составления отчета бригады. Перед выходом в маршруты руководитель практики проводит инструктаж по технике безопасности (под роспись).

Во время практики студент обязан:

— полностью выполнять требования программы практики;

— соблюдать правила техники безопасности и охраны труда в полевых условиях и учебных корпусах;

— выполнять указания руководителя практики;

— нести ответственность за выполненную работу и результаты;

— регулярно и аккуратно вести текущие записи;

— своевременно представить и защитить отчет о результатах практики.

Содержание практики.

В первый день проводится вводная беседа руководителя о целях и задачах практики, ее содержании, организации экологических наблюдений, особенностях состояния окружающей среды в условиях города, выборе маршрутов и пунктов наблюдений. Студенты работают с научно-методической литературой по теме исследования, в частности, изучают особенности лихеноиндикации, биоиндикации водных объектов и почв, анализируют эколого-географические особенности района исследования.

Дальнейшие этапы работы, включая сбор фактического материала, выполняются обучающимися в составе рабочих групп согласно плану-графику прохождения учебной практики. На этапе камеральных работ студенты обрабатывают, систематизируют, картографируют собранные материалы.

В последний день практики студенты оформляют отчет с обязательным приложением схем, таблиц, фотографий, рисунков. Каждый студент индивидуально анализирует и готовит раздел отчета в соответствии с полученным бригадным заданием. Осуществляются защита отчетов и оценка их руководителем практики.

Оформление результатов практики.

В период прохождения экологической практики студенты накапливают полевые материалы, которые являются основой для составления отчета. По окончании практики каждая бригада сдает отчет научному руководителю.

Задания учебной практики

Оценка состояния древесной растительности

Оценка состояния древесной растительности — качественная характеристика насаждений по комплексу признаков: по соотношению деревьев разных категорий состояния, доле сухостоя, поврежденности (пораженности) насаждений вредителями или болезнями и другими неблагоприятными факторами среды природного или антропогенного характера.

Методика оценки состояния древесной растительности регулируется постановлением Правительства РФ от 30 мая 2026 г. № 2047 «Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах» [2].

Состояние насаждений на пробных площадях определяют путем перечета деревьев по породам, ступеням толщины и категориям состояния с выделением экземпляров, пораженных болезнями, заселенных вредителями и с другими признаками повреждения. Перечет ведут по диагонали или зигзагообразной линии в пределах всей площади, включая не менее 50 деревьев.

При перечете выделяют шесть категорий состояния деревьев. Категория состояния — это обобщенная оценка дерева по комплексу визуальных признаков (наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры) в баллах.

Данные наблюдений заносятся в ведомость перечета деревьев на пробной площадке (табл. 1).

Таблица 1

Пример ведомости перечета деревьев

№ дерева	Диаметр	Порода дерева	Описание признаков состояния деревьев	Категория состояния
1	62	Клен	Омела, механическое повреждение, бактериоз	4
2	66	Липа	Механическое повреждение	3
…	…	…	…	…

Степень ослабления насаждения на пробной площадке определяется как средневзвешенная величина оценок распределения запаса деревьев разных категорий состояния. Если значение средневзвешенной величины не превышает 1,5, насаждение относят к здоровым; 2,5 — к ослабленным; 3,5 — к сильно ослабленным; 4,5 — к усыхающим; более 4,5 — к погибшим.

Методика измерения относительной численности лишайников

Один из наиболее распространенных способов оценки относительной численности лишайников на стволах деревьев — определение *показателей проективного покрытия*, то есть процентного соотношения площадей, покрытых лишайниками, и площадей, свободных от них.

Основной технический способ подсчета проективного покрытия лишайников — с помощью прозрачной пленки (палетки). Для этой цели используют целлофановую пленку, расчерченную на квадраты 1×1 см. Размер пленки может быть любым — 10×10, 10×20, 20×20, 10×40 см и т. д.

Перед началом измерений описывают место проведения исследования.

Характеристика пробной площади:

1) дата;
2) сомкнутость крон (%);
3) высота над уровнем моря;
4) экспозиция склона;
5) угол склона (с горизонтом в градусах);
6) название фитоценоза.

Характеристика дерева:

1) номер дерева на пробной площадке;
2) порода дерева;
3) высота дерева, м;
4) длина окружности, см.

Затем проводят подсчет относительной численности лишайников. Пленку накладывают на ствол и закрепляют кнопками. Подсчет лишайников производят следующим образом. Сначала считают число квадратов палетки, в которых лишайники занимают на глаз больше половины площади квадрата (a), условно приписывая им покрытие, равное 100 %. Затем подсчитывают число квадратов, в которых лишайники занимают менее половины площади квадрата (b), условно приписывая им покрытие, равное 50 %. Образец записи данных приведен в таблице 2.

Таблица 2

Учетная форма лихенометрической съемки

№ дерева	Число квадратов с покрытием более 50 % (a)	Число квадратов с покрытием менее 50 % (b)	Число пустых квадратов (o)	Общее число квадратов (C) (a+b+o)
1				
2				
…	…	…	…	…

Общее проективное покрытие в процентах (R) вычисляют по формуле

$$R=(100\times a+50\times b):C,$$

где C — общее число квадратов палетки.

При использовании данной методики на одном стволе измерения производят с четырех сторон света: палетку прикладывают и производят подсчет четыре раза — с севера, востока, юга и запада.

Определяя площадь проективного покрытия лишайников, следует обращать внимание на их жизненное состояние и видовой состав. К признакам, явно указывающим на высокую степень загрязнения атмосферного воздуха, относятся искривление и деформация слоевищ, угнетенное состояние, уменьшение роста, наличие повреждений. Наиболее распространенные виды лишайников в Калининградской области представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Наиболее распространенные виды лишайников Калининградской области, используемые в качестве биоиндикаторов: *а* — пармелия бороздчатая (*Parmelia sulcata*); *б* — гипогимния вздутая (*Hypogymnia physodes*); *в* — ксантория настенная (*Xanthoria parietina*); *г* — эверния сливовая (*Evernia prunastri*); *д* — леканора настенная (*Lecanora muralis*); *е* — фисция звездчатая (*Physcia stellaris*) [5—7]

Оценка качества водных объектов

Для оценки состояния водных объектов используется комплекс экспресс-методик полевого экологического мониторинга.

1. Определение органолептических характеристик воды проводится на месте отбора пробы в прозрачной стеклянной таре (цилиндре, колбе) на белом фоне.

Мутность и прозрачность. Определяется визуально: «прозрачная», «слабо опалесцирующая», «опалесцирующая», «слабо мутная», «мутная», «очень мутная».

Цветность (окраска). Воду осматривают сбоку и сверху на фоне белого листа. Описывают интенсивность и оттенок: «светло-желтый», «желтый», «зеленоватый», «бурый». Зеленый цвет указывает на цветение водорослей, бурый — на присутствие гумусовых веществ или торфа.

Запах. Оценивается по характеру — естественный (болотный, гнилостный, торфяной, травянистый) или искусственный (фенольный, хлорный, уксусный, нефтепродуктов) — и по 5-балльной шкале интенсивности (0 — отсутствует; 1 — очень слабый; 2 — слабый; 3 — заметный; 4 — отчетливый; 5 — очень сильный.

Наличие видимых загрязнителей. Регистрируются масляные или нефтяные пленки, пена у берегов, плавающий мусор.

2. Визуальная оценка состояния русла и береговой зоны проводится методом визуального маршрутного обследования побережья.

Оценке подлежат:

• характер берегов и эрозия: фиксируются процессы обрушения, размыва береговой кромки, наличие оврагов или оползней;

• заиление ложа: визуально оценивается тип донных отложений — чистый песок, камни / галька (признак хорошего состояния), слой серого / черного ила с запахом сероводорода (признак застойных процессов и загрязнения);

• зарастание водоема (эвтрофикация): определяется примерный процент площади воды, покрытой высшей водной растительностью (ряска, камыш, рогоз, водоросли). зарастание более 30—40 % свидетельствует о сильном органическом загрязнении водоема;

• замусоривание: фиксируется наличие бытового мусора (пластика, бутылок), например, «берега и вода чистые», «бытовой мусор встречается локально», «берега и мелководье превращены в несанкционированную свалку»;

• антропогенная трансформация: оценивается степень антропогенной нагрузки на берега («берега естественные, травянистые», «берега частично закатаны в бетон, есть вытоптанные участки без травы», «естественный берег уничтожен, есть трубы ливневой канализации, следы стоков»).

3. Биоиндикация с помощью высших растений.

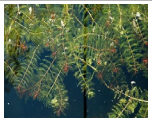
Проводится визуально. На берегу водоема следует выбрать участок, где растительность развита наиболее пышно. Далее необходимо выделить экологические группы растений и описать их, используя материалы таблицы 3. Особо следует обратить внимание на признаки жизненного состояния растений и их общий вид. Чрезмерное или угнетенное состояние свидетельствует об изменении качества воды. Явное сокращение зарослей, изменение цвета листьев, отсутствие или уродства бутонов или ростовых зон также важны при оценке экологического состояния водотока [3].

Фитоиндикация избыточного содержания некоторых химических элементов в почве

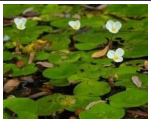
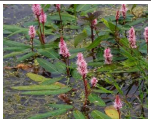
Растения могут весьма чувствительно реагировать на избыточное содержание в почве некоторых элементов, в частности металлов. При этом может изменяться окраска листовой пластинки, наблюдаются хлорозы и некрозы [4]. Следовательно, оценив состояние растений на той или иной территории, можно сделать некоторые выводы о загрязненности почвы (табл. 4).

Таблица 3

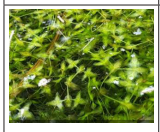
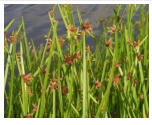
Индикаторные свойства некоторых видов высшей водной растительности [3]

Внешний вид	Название растения	Местонахождение, распространение, экология	Индикатор
Гидрофиты			
	Рдест пронзеннолистный	В озерах, речках, старицах, каналах, прудах, рисовых полях. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные проточные воды, загрязнение водной среды тяжелыми металлами
	Рдест гребенчатый	В озерах, реках, пойменных водоемах, прудах, часто в солоноватых и соленых водоемах, морских заливах. В водоемах, загрязненных сточными водами. Повсеместно в умеренных широтах	Присутствие сточных вод, водоемы с высокой жесткостью воды
	Рдест курчавый	В реках с небольшим течением, озерах, прудах, водоемах песчаных карьеров. В слабопроточных и замкнутых водоемах, обогащенных азотистыми соединениями. Колебания уровня воды стимулируют развитие. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные водоемы, богатые соединениями кальция и органическими веществами
	Рдест блестящий	В озерах, медленно текущих реках, старицах, водохранилищах, прудах, в системах оросительных каналов, на рисовых полях. В слабопроточных водоемах, бедных азотистыми соединениями. Повсеместно в умеренных широтах	Мезоэвтрофные водоемы со средней прозрачностью воды и сильнощелочными донными отложениями
	Уруть колосистая	В пресноводных эвтрофных замкнутых и слабопроточных водоемах, богатых соединениями кальция. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные, подверженные сильному антропогенному воздействию водоемы с высоким содержанием минеральных веществ
	Элодея канадская	В озерно-речных системах, реках, озерах, прудах, каналах, водоемах болот, в карстовых водоемах. В слабопроточных и замкнутых водоемах, обогащенных калием и кальцием. Колебания уровня воды стимулируют развитие. Повсеместно в умеренных широтах	Пресноводные, слабопроточные воды с нейтральной и слабощелочной реакцией, с невысоким содержанием взвешенных частиц; умеренное антропогенное влияние

Продолжение табл. 3

Внешний вид	Название растения	Местонахождение, распространение, экология	Индикатор
	Роголистник погруженный	В озерах, руслах, рукавах и заливах рек, прудах, каналах, водоемах болот. Чувствителен к освещению. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные, солоноватоводные водоемы; участки значительного антропогенного эвтрофирования и сильнощелочной реакции среды; загрязнение водоемов ртутью
Гидрофиты с плавающими листьями			
	Кубышка желтая	В озерах, рукавах, старицах, речках с медленным течением, в мелиоративных канавах, прудах. Слабый ацидофил. Повсеместно в умеренных широтах	Мезоэвторофные водоемы с колебаниями уровня воды и илисто-песчаными донными отложениями
	Кувшинка чисто-белая	В зарастающих озерах, старицах, реках и лиманах, старых мелиоративных канавах, в водоемах болот. При усилении антропогенного влияния жизненность и продуктивность снижаются. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные заболачивающиеся замкнутые водоемы с колебаниями уровня воды
	Рдест плавающий	В озерах, прудах, реже в реках, заводях, затопленных песчаных и торфяных карьерах, в канавах, ручьях. Плохо переносит летнее повышение уровня воды в реках. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные водоемы с аккумуляцией органических веществ в донных отложениях
	Водокрас обыкновенный	В водоемах различного трофического уровня. В озерах, лиманах, реже в реках. При снижении уровня воды продуктивность вида снижается. Повсеместно в умеренных широтах	Защищенные и замкнутые эвтрофные водоемы с донными отложениями, богатыми органикой. Выдерживает умеренное антропогенное влияние
	Горец земноводный	В заводях и по берегам рек и речен, в старицах, прудах. Успешно развивается в местообитаниях, где наблюдается усиление антропогенного эвтрофирования. Повсеместно в умеренных широтах	Местообитания с высокой степенью перемешиваемости воды. Переносит высокие концентрации ионов хлора
	Ежеголовник всплывающий	В реках, озерах, на болотистых лугах, в низинных болотах, прудах. В водоемах со значительным течением произрастает форма с лентовидными листьями до 2 м длиной. Повсеместно в умеренных широтах	Мезоэвтрофные водоемы с колебаниями уровня воды

Продолжение табл. 3

Внешний вид	Название растения	Местонахождение, распространение, экология	Индикатор
	Ряска малая	В озерах, старицах, прудах, реже в реках с замедленным течением. Заросли, затеняя поверхность воды, оказывают влияние на расселение других видов растений и многих видов животных. Повсеместно в умеренных широтах	Сильное антропогенное загрязнение
	Ряска тройчатая	В озерах, старицах, прудах, реже в реках с замедленным течением. В водоемах с высоким содержанием магния не встречается. Повсеместно в умеренных широтах	Высокое содержание биогенных веществ в воде и донных отложениях
	Многокоренник обыкновенный	В озерах, старицах, прудах, реже в реках с замедленным течением с высоким содержанием азотистых соединений. Широкому распространению вида способствует морфологическая и экологическая пластичность. Повсеместно в умеренных широтах	Сильное антропогенное эвтрофирование, но без участия органических поллютантов, при наличии которых популяции растений сокращаются
Гелофиты			
	Тростник обыкновенный	В поймах рек, в озерах, болотах, ольшаниках и ивняках. Переносит значительное засоление водосборных территорий. Повсеместно в умеренных широтах	Политопный вид. Индикационные свойства проявляются в изменении структурных и продукционных показателей
	Ситняг болотный	По берегам водоемов разной трофности. При увеличении степени эвтрофирования вид может исчезать. Повсеместно в умеренных широтах	Нарушенные прибрежные территории и оптимальное внесение удобрений
	Камыш озерный	На мелководьях эвтрофных озер, прудов, рек, канав, каналов, стариц. Обладает широкой экологической амплитудой. Повсеместно в умеренных широтах	Мезоэвтрофные водоемы с колебаниями уровня воды и слабым течением
	Сусак зонтичный	По заболоченным берегам рек, прудов, озер. Произрастает на кислых, щелочных, известковых почвах. Развивается там, где наблюдаются процессы антропогенного эвтрофирования и сбросы сточных вод. Повсеместно в умеренных широтах	Развитие процессов антропогенного эвтрофирования

окончание табл. 3

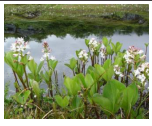
Внешний вид	Название растения	Местонахождение, распространение, экология	Индикатор
	Частуха подорожниковая	Встречается в различных водоемах и водотоках с грунтовым подтоплением берегов. При благоприятных условиях образует сплошные заросли. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофированные участки водотоков, участки с пониженным уровнем воды, участки, нарушенные вследствие выпаса скота
	Стрелолист стрелолистный	В озерах, реках, каналах, заливах, водохранилищах. Встречается в сильно загрязненных водоемах. Повсеместно в умеренных широтах	Усиливающееся антропогенное эвтрофирование и сильное загрязнение воды
	Манник большой	На илистых почвах и в поймах рек, эвтрофных озер, в прудах, мелиоративных каналах. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные водоемы со значительными колебаниями уровня воды. Проявляет относительно высокую устойчивость к соединениям ртути и хлора
	Рогоз узколистный	В озерах, реках, старицах, канавах, прудах, водохранилищах. Отмечается широкая экологическая амплитуда вида. Обладает высокой поглотительной способностью. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные водоемы и участки с сильным загрязнением
	Вахта трехлистная	По берегам эвтрофных заболачивающихся водоемов и водотоков с резкими колебаниями уровня воды. Повсеместно в умеренных широтах	Участки водоемов и водотоков, где происходят интенсивные процессы заболачивания территорий с поверхностным или грунтовым подтоплением
	Хвощ речной	По берегам рек, озер, заводей, болот, канав. Плохо переносит антропогенные воздействия. Повсеместно в умеренных широтах	Мезотрофные водоемы с колебаниями уровня воды. Развитие этого вида означает относительную чистоту вод
	Аир обыкновенный	В реках, прудах, каналах. Переносит сильное течение. Снижение уровня воды стимулирует развитие. Повсеместно в умеренных широтах	Эвтрофные и гиперэвтрофные пруды, расположенные вблизи сельских населенных пунктов, с избытком соединений азота. Может указывать на нарушенность прибрежных территорий в связи с выпасом скота

Таблица 4

Признаки избыточного содержания некоторых микроэлементов в почве

Элемент	Реакция растения
Цинк	Обесцвечивание и отмирание тканей листа, пожелтение молодых листьев, отмирание верхушечных почек, окрашивание жилок в красный или черный цвет. Первые признаки проявляются на молодых растениях
Медь	Хлороз молодых листьев. При этом жилки остаются зелеными
Марганец	Межжилковый хлороз, некроз тканей. Молодые листья искривляются и сморщиваются
Железо	На молодых листьях хлороз проявляется между жилками, которые остаются зелеными. Позднее лист становится беловатым или желтым
Кобальт	Вдоль основных жилок листа появляются заполненные водой прозрачные участки. Идет некроз ткани. Позднее листья приобретают коричневую окраску и опадают
Фосфор	Общее пожелтение листьев взрослых растений. Некроз тканей. У старых листьев на конце и по краям появляются некротические пятна
Магний	Листья слегка темнеют и немного уменьшаются. На поздних стадиях роста их концы втянуты и отмирают
Калий	На ранних стадиях наблюдается слабый рост растений, удлинение междоузлий, светло-зеленая окраска листьев. На поздних стадиях на листьях появляются сухие пятна, листья вянут и опадают
Сера	Общее огрубление растений, уменьшение листьев, отвердение стебля. Позднее листья могут скручиваться внутрь, их края становятся коричневыми, а затем бледно-желтыми
Хлор	Общее огрубление растений, листья мелкие, тускло-зеленые. У некоторых растений на старых листьях появляются пурпурно-коричневые пятна, и листья опадают
Азот	Местное повреждение. На краях листьев развивается хлороз, распространяющийся между жилками. Позднее появляется коричневый некроз, листья сворачиваются и опадают
Кальций	Межжилковый хлороз с беловатыми и некротическими пятнами, которые могут быть окрашены или заполнены водой. Иногда наблюдается рост листовых розеток, отмирание побегов и опадение листьев
Бор	Хлороз концов и краев листьев, распространяющийся между жилками. Листья становятся бледно-желтыми или беловатыми. На краях листьев наблюдаются ожоги и некроз

Построение экологических карт на основе открытых источников информации и их анализ

Целью этого этапа учебной практики является освоение студентами комплексного подхода к сбору, анализу и визуализации экологических данных по городам с использованием современных методов и инструментов экологического картографирования.

Выполнение задания включает следующие ключевые этапы.

1. Определение структуры карт. Студентам необходимо выбрать экологические параметры, которые будут отображаться на картах (например, загрязнение воздуха, воды, почв, основные источники загрязнения, несанкционированные свалки, зеленые насаждения, особо охраняемые природные территории и т. д.).

2. Сбор и систематизация исходных данных. Студентам необходимо, используя официальные документы и открытые источники, собрать и систематизировать в виде электронных таблиц информацию, позволяющую картографировать выбранные экологические параметры.

3. Анализ и предварительная обработка данных. Студенты оценивают актуальность и достоверность собранной информации; при необходимости проводят перекрестную проверку данных из разных источников; для количественных показателей (например, концентрация загрязняющих веществ, уровень загрязнения и т. д.) рассчитывают средние значения, выявляют «горячие точки» (участки с наибольшими проблемами); для качественных показателей (например, уровень загрязнения и т. д.) выделяют районы с лучшей и худшей ситуацией.

4. Визуализация данных на картах. Студенты выбирают программные пакеты для построения карт. Далее для каждого из выбранных ранее экологических параметров с использованием различных способов визуализации (метод заливки (однородной или двухцветным узором), значковый метод, построение диаграмм и т. д.) [1] создаются отдельные слои (например, слои «загрязнение атмосферного воздуха»; «загрязнение водных объектов» с указанием источников загрязнения и загрязняющих веществ, уровней загрязнения; «зеленые зоны и особо охраняемые природные территории» и т. д.).

5. Аналитическая часть и выводы. На основе построенных карт студентам необходимо определить в городе районы с наиболее напряженной экологической ситуацией и зоны экологического благополучия; проанализировать взаимосвязь между размещением промышленных объектов, транспортных потоков и уровнем загрязнения компонентов окружающей среды; оценить эффективность мер по оздоровлению среды (например, увеличение зеленых зон, ликвидация свалок и т. д.); предложить мероприятия по улучшению экологической ситуации.

6. Оформление задания. После выполнения всех этапов задания, студенты оформляют его и включают в общий отчет по учебной практике.

Список литературы

1. *Белов Н. С., Шаплыгина Т. В., Волкова И. И.* ГИС-картографирование для решения практических задач в области геоэкологии и природопользования : учеб. пособие. Калининград, 2025.

2. ГАРАНТ.РУ : информационно-правовой портал. URL: https://www.garant.ru/ (дата обращения: 04.07.2026).

3. *Исследование* экологического состояния водных объектов: руководство по применению ранцевой полевой лаборатории НКВ-Р / А. Г. Муравьев, И. В. Субботина, Н. А. Осадчая [и др.] ; под ред. А. Г. Муравьева. 4-е изд., перераб. и доп. СПб., 2024.

4. *Опекунова М. Г.* Биоиндикация загрязнений : учеб. пособие. СПб., 2016.

5. *Пунгин А. В.* Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда методом лихеноиндикации : автореф. дис. … канд. геогр. наук. Калининград, 2018.

6. *Пунгин А. В., Чайка К. В., Федураев П. В., Парфенова Д. А.* Геоэкологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Калининграда с применением метода лихеноиндикационного картирования // Успехи современного естествознания. 2018. № 8. С. 178—184.

7. *Цуриков А. Г., Храмченкова О. М.* Листоватые и кустистые городские лишайники: атлас-определитель : учеб. пособие для студентов биологических специальностей вузов. Гомель, 2009.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Цель и задачи.

Производственная практика проводится с *целью* закрепления теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения дисциплины «Промышленная экология», и обучения их основным практическим приемам и навыкам расчета основных параметров систем по обеспечению защиты окружающей среды.

Задачи практики:

— ознакомление с подходами к расчету природоохранных сооружений;

— выявление подходов к выбору природоохранного очистного оборудования;

— приобретение навыков проектирования сооружений по защите атмосферного воздуха, очистке сточных вод и организации хранения и накопления отходов;

— обучение студентов основным видам работ, осуществляемым в ходе природоохранной деятельности на предприятии;

— подготовка отчетных (текстовых и графических) материалов.

Краткая характеристика и специфика объекта исследования в рамках практики. Основными объектами исследований являются природоохранные сооружения. Знакомство с подходами к расчету их основных технологических параметров проходит на примере расчета песколовки. Приемы ведения природоохранной деятельности осваиваются на примере расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы и интерпретации данных.

Проведение расчета природоохранного сооружения на примере песколовки для очистки сточных вод.

Теоретическая информация.

Песколовки — это первые сооружения механической очистки сточных вод. Их главная цель — удаление минеральных примесей (песка, окалины, золы) крупностью 0,2—2 мм. Если песколовка работает неэффективно, песок попадает в первичные отстойники, снижает их объем, заиливает трубопроводы и изнашивает насосное оборудование. Извлеченный песок обезвоживается и может использоваться в дорожном строительстве или рекультивации, что соответствует принципам зеленой экономики и циркулярности.

Цель работы: рассчитать основные параметры горизонтальной песколовки с круговым движением воды для заданного расхода сточных вод, обеспечивающей задержание песка заданной крупности.

Принцип действия: в песколовке вода движется с определенной скоростью, при которой тяжелые минеральные частицы выпадают в осадок, а органические вещества остаются во взвешенном состоянии и транспортируются дальше.

Ключевые расчетные параметры (СП 32.13330.2018) [1]:

1. Скорость движения воды (V): 0,15—0,3 м/с (для горизонтальных). При большей скорости песок не осядет, при меньшей — выпадет органика.

2. Гидравлическая крупность песка (U_0) — скорость осаждения частиц заданного диаметра. Для частиц 0,2—0,25 мм принимают 18—24 мм/с.

3. Длина песколовки (L) зависит от требуемого эффекта осаждения.

Последовательность расчета.

Шаг 1. Определение живого сечения одного отделения (ω, м²) по формуле (1):

$$\omega = \frac{Q}{V \cdot n}, \quad (1)$$

где Q — среднесекундный расход сточных вод, м³/с; V — рекомендуемая скорость, м/с (принимается, например, 0,2 м/с); n — число отделений.

Шаг 2. Определение глубины проточной части (H_1, м) по формуле (2). У круглых (тангенциальных) песколовок глубина равна радиусу. Для упрощения используется соотношение ширины (B) и глубины (H_1). Обычно принимают B/H=1...2.

$$H^1 = \sqrt{\frac{\omega}{B:H}}, \quad (2)$$

Примечание: для круглых сечений формула корректируется.

Шаг 3. Расчет длины песколовки (L, м). Длина должна обеспечить осаждение частиц. Используется формула (3):

$$L = \frac{H_1 \cdot V \cdot K}{U_0}, \quad (3)$$

где K — коэффициент использования объема (для круглых песколовок 1,3—1,5); U_0 — гидравлическая крупность, м/с (перевести из мм/с).

Шаг 4. Определение суточного объема осадка ($W_{ос}$, м³/сут) по формуле (4):

$$W_{ос} = \frac{Q_{сут} \cdot q_0}{1000}, \quad (4)$$

где $Q_{сут}$ — суточный расход сточных вод, м³/сут; q_0 — удельное количество песка, задерживаемого в песколовках (для бытовых вод — 0,02 л/сут на человека или норматив 0,03—0,05 л/м³ сточных вод).

Шаг 5. Подбор пескового бункера. Рассчитывается, сколько раз в сутки нужно удалять песок. Обычно бункер проектируют так, чтобы выгрузка происходила не чаще одного раза в двое суток.

Шаг 6. Составление схемы. Выполняется эскиз рассчитанной песколовки с указанием размеров (L, H_1, B или диаметр D).

3. Оформление отчета.

Студент предоставляет отчет, содержащий исходные данные (табл. 5); расчеты по шагам; схему песколовки с размерами.

Таблица 5

Исходные данные для расчета

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Расход сточных вод	0,32 м³/с	Лето = 0,45 м³/с; зима = 0,18 м³/с	0,5 м³/с	0,04 м³/с
Количество отделений	2	3	2	1
Минимальный диаметр задерживаемых частиц песка	0,25 мм	0,2 мм	0,3 мм	0,2 мм
Гидравлическая крупность для данного диаметра	24 мм/с	18 мм/с	35 мм/с	18,7 мм/с
Коэффициент использования объема (для круглых песколовок)	1,4	1,5	1,3	1,3
Соотношение ширины к глубине ($B:H_1$)	1,5	1,2	1,0	1,0
Суточный расход	27600 м³/сут.	33600 м³/сут.	43200 м³/сут.	200 л/чел. сут. (жителей: 0—3,5 тыс. чел.)
Удельное количество песка (для бытовых стоков): q_0=0,03 л/м³	0,03 л/м³	0,025 л/м³	0,015 л/м³	Норма песка: 0,02 л/чел. сут.
Задание	Рассчитать основные параметры песколовки	Рассчитать основные параметры песколовки	Рассчитать основные параметры песколовки	Определить размеры песколовки объем пескового приямка, обеспечивающего выгрузку 1 раз в 3 дня

Дополнительные указания для всех вариантов.

1. Скорость воды в песколовке (V) принимать в диапазоне 0,15—0,3 м/с.

2. Гидравлическую крупность (U_0) при необходимости перевести из мм/с в м/с.

3. Количество отделений (n) должно быть не менее двух для крупных объектов.

4. В отчете обязательно указать, соответствует ли расчетная скорость рекомендуемым нормам.

Завершается данные этап практики контролем знаний. Итоговая оценка за практику выставляется преподавателем на основе текущих отметок за работу в маршрутах, содержательность и тщательность ведения полевого дневника,

выполнение отчетных текстовых и графических материалов, теоретические знания, проявленные студентом на зачете, а также с учетом его отношения к работе в полевых и камеральных условиях.

Проведение расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы и интерпретация данных

Теоретическая информация.

При обработке результатов наблюдений за состоянием воздушной среды в России принято выбирать 5 приоритетных веществ, и именно их используют для расчета комплексного индекса загрязнения территории [2]. Выбор приоритетных веществ осуществляется по рассчитанным индексам загрязнения (I_i). Уровень загрязнения воздушной среды определяется сопоставлением вычисленного значения $ИЗА_5$ с установленными значениями:

— $ИЗА_5$ менее 5 — нормативное состояние воздуха;

— $ИЗА_5$=5—6 — повышенный уровень загрязнения воздуха;

— $ИЗА_5$=7—13 — высокий уровень загрязнения воздуха;

— $ИЗА_5$ более 14 — очень высокий уровень загрязнения.

Расчет $ИЗА_5$ выполняется на основе определения индивидуальных индексов загрязнения (I_i) по формуле 5:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^{n} I_i = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{q_{\text{ср}i}}{\text{ПДК}_{\text{СС}i}}\right)^{\text{k}_i}, \quad (5)$$

где $q_{\text{ср}i}$ — содержание i-го ЗВ в точке наблюдения, мг/м^3; $ПДК_{CCi}$ — среднесуточная предельно допустимая концентрация i-го ЗВ, мг/м^3; k_i — безразмерный коэффициент приведения степени вредности вещества к вредности диоксида азота, зависящий от класса опасности вещества. Так, для класса опасности загрязняющего вещества I, II, III и IV коэффициент k_i соответственно равен 1,7; 1,3; 1,0; 0,9.

Значения предельно допустимых концентраций ПДК загрязняющих веществ устанавливаются в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21 [3].

Последовательность расчета.

Рассчитать комплексный индекс загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$) для г. Калининграда и Советска. Результаты оценки содержания загрязняющих веществ указаны в таблице 6. Провести сравнение степени загрязнения воздуха в городах, указать приоритетные загрязнители и предложить меры по снижению уровня загрязнения.

Таблица 6

Задание к практической работе по расчету комплексного индекса загрязнения атмосферы и интерпретации данных

Загрязнитель	Вариант 1		Вариант 2	
	г. Калининград	г. Советск	г. Калининград	г. Советск
Пыль	0,2	0,08	0,26	0,11
SO_2	0,015	0,09	0,02	0,08
NO_2	0,09	0,02	0,08	0,01
NO	0,06	0,03	0,07	0,02

Окончание табл. 6

Загрязнитель	Вариант 1		Вариант 2	
	г. Калининград	г. Советск	г. Калининград	г. Советск
Бенз[а]пирен	$0{,}0031 \cdot 10^{-3}$	$0{,}0031 \cdot 10^{-3}$	$0{,}0022 \cdot 10^{-3}$	$0{,}0031 \cdot 10^{-3}$
H_2S	0,007	0,001	0,009	0,002
NH_3	0,01	0,02	0,04	0,02
CO	3,2	0,98	3,0	1,3
Сажа	0,08	0,04	0,07	0,05
HF	0,002	0,005	0,003	0,004

Список литературы

1. *СП 32.13330.2018*. Канализация. Наружные сети и сооружения. Утв. и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. № 860/пр. М., 2019.

2. *РД 52.04.186-89*. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Введ. 1991.07.01. М., 1991.

3. *СанПиН 2.1.3684-21*. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.21 г. № 3, введ. 2021.03.01. М., 2021.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В ОБЛАСТИ МОРСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель и задачи.

Производственная практика проводится с *целью з*акрепления теоретических знаний, полученных студентами в процессе изучения дисциплины «Геоэкология океанов и морей», и обучения их основным практическим приемам и навыкам полевых морских наблюдений.

Задачи практики:

— ознакомление с особенностями гидрологической, гидробиологической, гидрохимической структуры акваторий региона проведения практики;

— выявление геоэкологических проблем акватории и определение их взаимосвязи с природно-антропогенными условиями района практики;

— приобретение навыка проведения морских (в том числе прибрежных) исследований (постановка задачи, выбор методов, подготовка оборудования, отбор проб воды, биоты и донных осадков, измерение гидрофизических и метеорологических параметров, ведение журналов отбора проб и т. д.);

— обучение студентов приемам и методам камеральной обработки полевых материалов;

— подготовка отчетных (текстовых и графических) материалов.

Краткая характеристика и специфика объекта исследования в рамках практики.

Основными объектами прибрежно-морских исследований являются внутренние воды, территориальное море и исключительная экономическая зона Российской Федерации в пределах Калининградской области: устье р. Преголи, Калининградский и Куршский заливы, Гданьский бассейн Балтийского моря. Указанные водоемы имеют значительные различия по природным характеристикам (соленость, глубина, поступление речного стока и др.), однако все они характеризуются интенсивной антропогенной нагрузкой. Высокоэвтрофированные заливы (особенно Куршский — его уровень трофности максимален для всего Балтийского моря) позволяют изучить одну из самых главных проблем Балтики — эвтрофикацию. Открытая часть Балтийского моря в пределах экономической зоны России характеризуется сероводородным заражением, непостоянным кислородным режимом, выраженной сезонностью биологических процессов, штормовым перемешиванием и рядом других основополагающих морских процессов [1]. Устьевая зона р. Преголи представляет собой маргинальный фильтр (барьерную зону), где интенсивно протекают процессы преобразования вещества и энергии при смешении речных и морских вод. Таким образом, выбор тем, направлений и объектов для практики широк. Сотрудничество БФУ им. И. Канта с Атлантическим отделением Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН, находящимся в г. Калининграде и располагающим как маломерным флотом, так и большими судами, дает студентам возможность участия в многодневных морских экспедициях и однодневных экспедиционных выходах.

Методы исследования.

Ключевые методы — гидрофизическое зондирование, измерение прозрачности воды и метеорологических параметров, отбор проб воды и гидрохимический анализ, гидробиологические методы (отбор проб биоты и анализ проб), геологическое опробование донных отложений [2—3]. Работы сопровождаются ведением необходимой документации.

Организации работ и обработка данных.

Традиционно полевые исследования включают в себя 3 этапа: ***подготовительный***, ***полевой***, ***камеральный***.

Подготовительный этап включает ознакомление с уже имеющимися материалами по геоэкологии исследуемой акватории, формирование программы полевых работ, инструктаж по технике безопасности в полевых условиях и беседу о правилах нахождения на судне. Проводится вводная лекция, в процессе которой студенты знакомятся с требованиями к отчетным материалам, с правилами оформления и ведения документации, методами отбора проб и выполнения измерений, условиями транспортировки и хранения проб.

Также в подготовительный период проводится обзорная лекция об особенностях физико-географического положения акватории, производится подготовка оборудования и расходных материалов. Завершается период распределением студентов группы по мини-группам, состоящим из 2—3 человек.

Полевой этап является основным. В ходе него достигается главная цель практики. Он предполагает прибрежно-морские исследования, проводимые в экспедиции на маломерном флоте или большом научно-исследовательском судне.

В процессе экспедиционных исследований студенты должны научиться отбирать пробы воды, биоты и донных осадков различными устройствами (батометр, дночерпатель, различные биологические сети), проводить сопутствующие измерения температуры, солености, прозрачности, метеорологических параметров (ветер, влажность, температура воздуха); упаковывать и фиксировать пробы, если этого требует методика; вести документацию по отбору проб и измерениям.

Густота станций отбора проб определяется для каждой акватории отдельно и зависит от научной задачи.

При работе на комплексной станции следует:

1) отметить в журнале координаты, глубину водоема, время начала станции;

2) измерить метеорологические параметры согласно стандартным методикам;

3) измерить прозрачность в светлое время суток;

4) выполнить гидрофизическое зондирование;

5) по результатам гидрофизического зондирования определить горизонты отбора проб воды и выполнить пробоотбор;

6) выполнить отбор проб биоты;

7) выполнить отбор геологических проб;

8) зафиксировать все действия в судовом журнале.

Камеральный этап. Если практика проходит в многодневной экспедиции на большом судне, то полевой и камеральный периоды совпадают.

После окончания комплексной станции студенты по мини-группам выполняют разные виды работ: обработку данных гидрофизического зондирования

(построение профилей вертикального распределения температуры, солености, растворенного кислорода, мутности, плотности и др., пример дан на рисунке 3); гидрохимические аналитические работы (определение растворенных кислорода, сероводорода, водородного показателя и общей щелочности, биогенных элементов и др.); предварительное изучение количественного и качественного состава фито-, зоопланктона, бентоса. Если экспедиционный выход (однодневный) проходит на маломерном судне, то камеральный период проводится в береговой лаборатории.

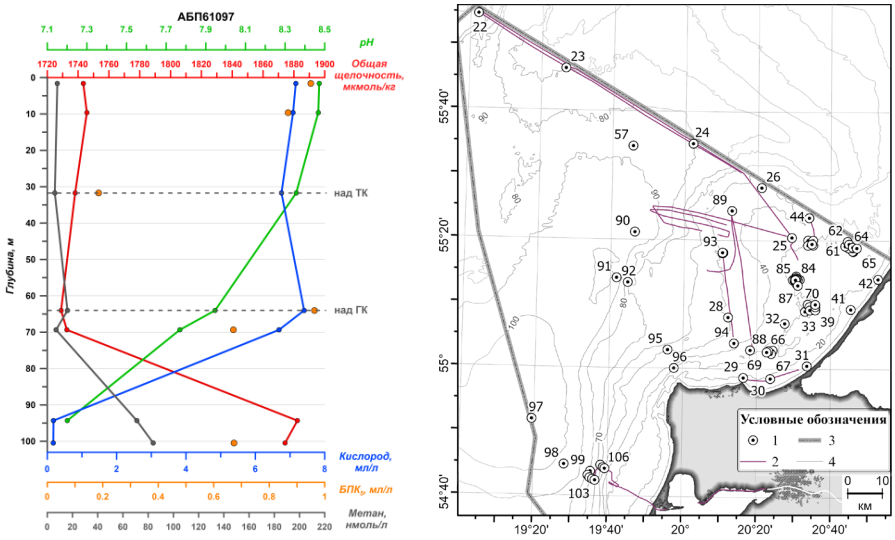


Рис. 3. Пример визуализации данных
гидрофизического зондирования (слева)
и карты-схемы района работ в экспедиции (справа)

После первичной обработки данных готовятся акты отбора и передачи проб. После этого строится карта станций пробоотбора с указанием вида работ (рис. 3).

Далее выполняется итоговая обработка данных, которая может отличаться в зависимости от задачи, поставленной перед мини-группой студентов: гидрофизической, гидрохимической, гидробиологической, геологической.

Мини-группа гидрофизиков анализирует вертикальное и пространственное распределение температуры и солености воды; устанавливает связь с синоптической ситуацией до и во время проведения исследований; сопоставляет научную информацию с данными математического моделирования, находящимися в открытом доступе; выделяет положение термо- и галоклина; описывает их пространственную изменчивость.

Мини-группа гидрохимиков завершает лабораторные исследования, описывает кислородный режим, наличие зон аноксии / гипоксии, интерпретирует распределение биогенных элементов.

Мини-группа гидробиологов выполняет предварительный анализ проб фито- и зоопланктона (определяет количественный и качественный состав на ключевых станциях и горизонтах, поскольку для обработки всех проб требуется значительное количество времени).

Мини-группа геологов проводит литологическое описание проб донных осадков, выполняет гранулометрический анализ.

Существенным компонентом камеральных работ, следующих за полевыми маршрутами, является подготовка каждой учебной группой итогового отчета. Его содержание должно обеспечивать целостное представление о сформированных у студента знаниях и умениях в сфере прибрежно-морских исследований. Обязательное требование к структуре отчета — наличие трех частей. *В первой* приводятся необходимые теоретические сведения об исследуемой акватории. В нее должны входить следующие разделы: введение, общие сведения о районе, гидрологическая структура, состояние биоты, антропогенная нагрузка. *Вторая часть* содержит *описание методики выполнения работ*: технические характеристики используемого оборудования, описание методик отбора и фиксации проб, лабораторных анализов. *Третья часть содержит описание фактического материала*: результаты первичной обработки и интерпретацию полученных результатов. В отчете должны присутствовать ссылки на использованную литературу.

По итогам практики проводится зачет. Преподаватель формирует итоговую оценку на основе текущей успеваемости студента в экспедиции, качества и полноты ведения документации, уровня выполнения текстовых и графических отчетных материалов, результатов проверки теоретических знаний на зачете, а также с учетом дисциплинированности и добросовестности при выполнении полевых и камеральных работ.

Список литературы

1. *Система* Балтийского моря : монография / А. П. Лисицын, Е. М. Емельянов, В. Ф. Дубравин [и др.] ; науч. ред. А. П. Лисицын. М., 2017.

2. *Ковчин И. С., Степанюк И. А.* Методы специальных океанологических измерений : учеб. пособие / под общ. ред. И. А. Степанюка. СПб., 2002.

3. *Коровин В. П., Тимец В. М*. Методы и средства гидрометеорологических измерений. СПб., 2000.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ В ОБЛАСТИ БЕРЕГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основные задачи береговых исследований.

Береговая зона представляет собой сложную природную систему, в пределах которой взаимодействуют морские, эоловые, гидрологические, геологические и биологические процессы. Исследование берегов направлено на получение сведений о современном состоянии берегового комплекса, выявление закономерностей его развития и оценку пространственно-временных изменений отдельных компонентов природной среды. В ходе береговых исследований решается ряд взаимосвязанных задач [1]. К числу основных относятся определение современного положения береговой линии, изучение морфологии пляжа, исследование авандюны и дюнных комплексов, оценка интенсивности абразионных процессов, выявление участков аккумуляции наносов, анализ антропогенного воздействия на береговую зону, мониторинг состояния растительного покрова, создание цифровых моделей рельефа и изучение динамики береговых систем (рис. 4—6).

Определение положения береговой линии позволяет установить современную границу взаимодействия суши и моря, а также выявить тенденции ее смещения. Данные наблюдения используются при оценке интенсивности береговых процессов и организации мониторинговых исследований.

Изучение морфологии пляжа направлено на определение основных морфометрических характеристик береговой зоны, включая ширину пляжа, уклоны поверхности, особенности строения профиля и распределение наносов. Полученные материалы используются для анализа состояния пляжа и оценки его устойчивости к воздействию гидродинамических факторов.

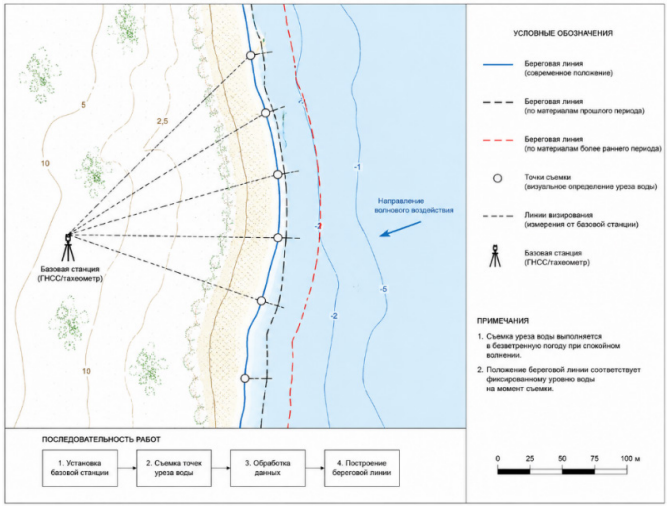


Рис. 4. Определение современного положения береговой линии

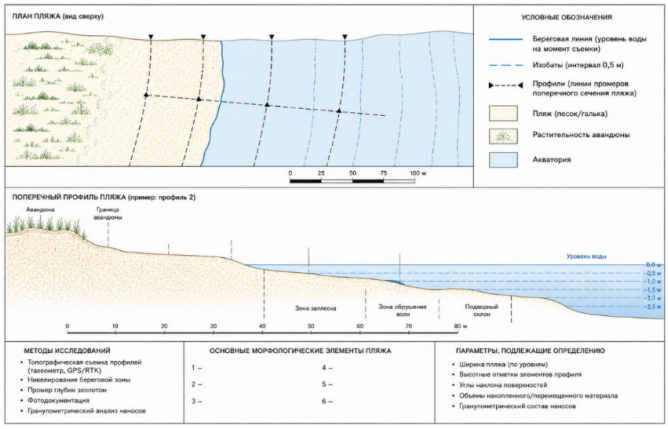


Рис. 5. Изучение морфологии пляжа

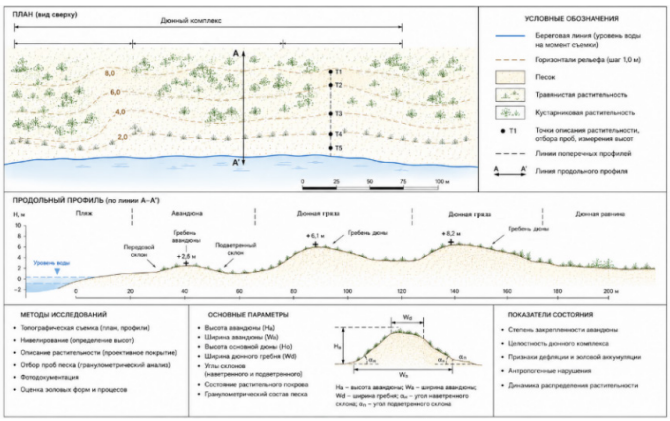


Рис. 6. Исследование авандюны и дюнных комплексов

Исследование авандюны и дюнных комплексов предусматривает изучение морфологических особенностей эоловых форм рельефа, их размеров, пространственного положения и современного состояния. Особое внимание уделяется признакам дефляции, нарушению растительного покрова и развитию процессов перераспределения песчаного материала. Важной задачей является оценка интенсивности абразионных процессов. В ходе работ определяется положение бровки берегового уступа, измеряются параметры клифов и склонов, выявляются участки активного разрушения берега и устанавливаются факторы, оказывающие влияние на скорость его отступания (рис. 7, 8).

При исследовании аккумулятивных процессов выявляются участки накопления наносов, оцениваются направления их перемещения и определяется роль отдельных участков береговой зоны в формировании пляжей и дюнных образований.

Отдельное направление исследований связано с изучением антропогенного воздействия на береговую зону. В процессе работ проводится анализ берегозащитных сооружений, рекреационной нагрузки и других видов хозяйственной деятельности, оказывающих влияние на природные процессы (рис. 9).

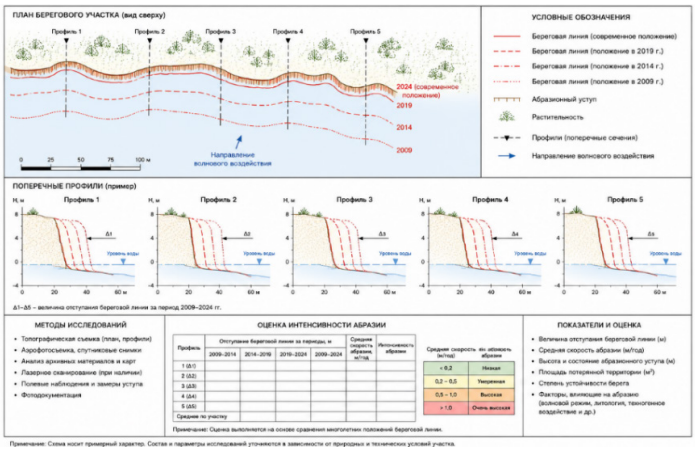


Рис. 7. Оценка интенсивности процессов абразии

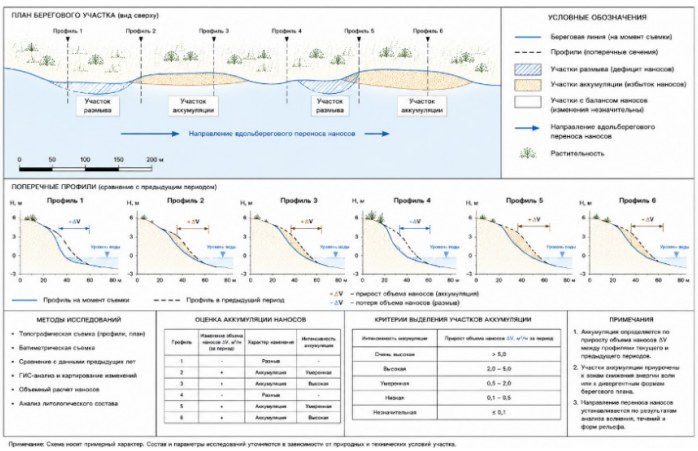


Рис. 8. Выявление участков аккумуляции наносов

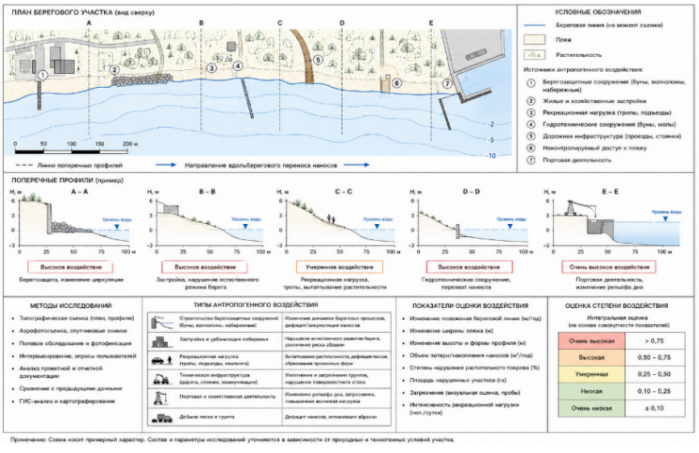


Рис. 9. Изучение антропогенного воздействия

Мониторинг растительного покрова позволяет оценить состояние природных сообществ, степень их сохранности и роль в стабилизации песчаных массивов. Изменения растительности рассматриваются как один из важных индикаторов современного состояния береговых экосистем (рис. 10).

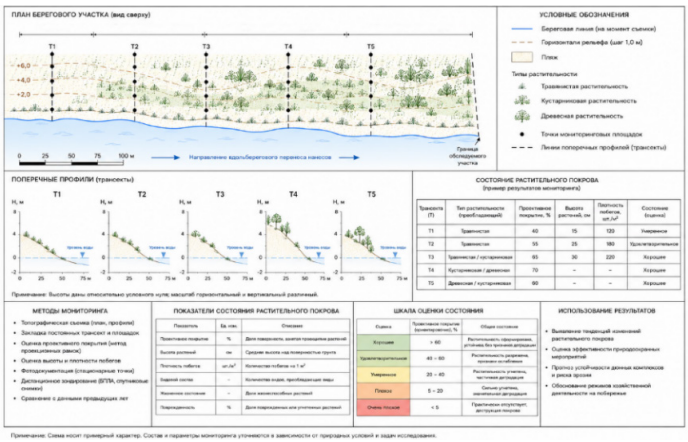


Рис. 10. Мониторинг состояния растительного покрова

Современные береговые исследования предусматривают широкое использование цифровых технологий. Создание цифровых моделей рельефа обеспечивает получение количественных характеристик береговой зоны и позволяет выполнять сравнительный анализ разновременных данных (рис. 11, 12).

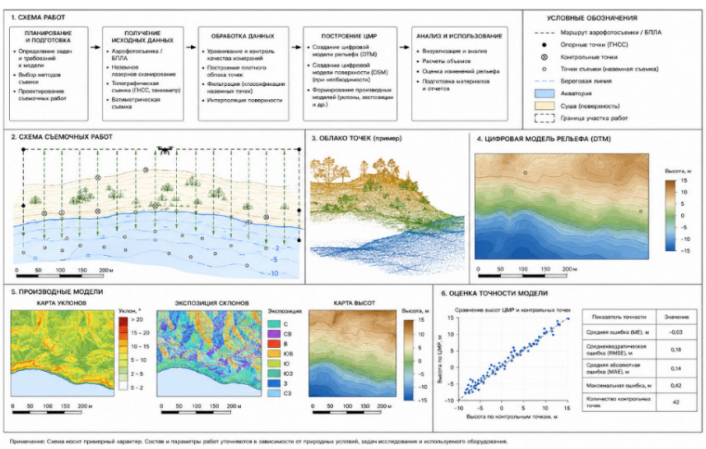


Рис. 11. Создание цифровых моделей рельефа

Все перечисленные направления исследований тесно связаны между собой и должны рассматриваться как элементы единой природной системы. Изменение отдельных компонентов берегового комплекса неизбежно отражается на состоянии остальных элементов береговой зоны. По этой причине изучение берегов осуществляется на основе комплексного подхода, предусматривающего совместный анализ природных и антропогенных факторов.

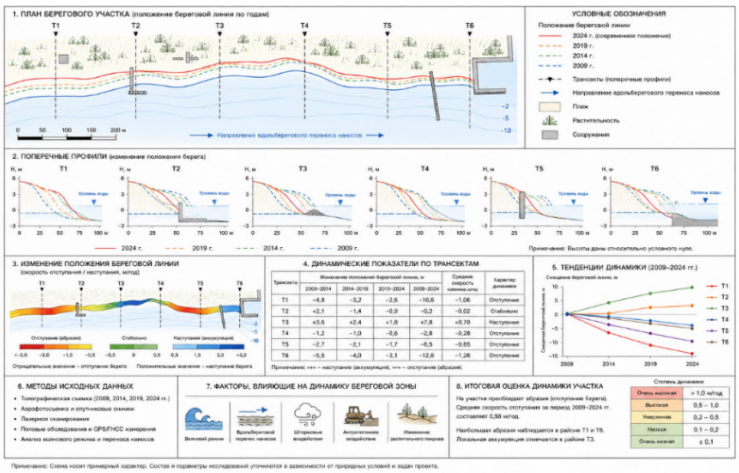


Рис. 12. Оценка динамики береговой зоны

Подготовка к полевым работам.

Подготовительный этап является обязательной составной частью береговых исследований и во многом определяет эффективность последующих полевых наблюдений. Основная цель подготовки — сбор и анализ исходной информации о районе работ, выбор объектов исследования, а также планирование маршрутов и методики проведения наблюдений. Подготовительные работы включают изучение литературных источников, фондовых материалов, топографических карт, результатов ранее выполненных исследований, а также данных дистанционного зондирования Земли. Особое внимание уделяется современным картографическим материалам и спутниковым снимкам, позволяющим получить предварительное представление о состоянии береговой зоны. При анализе картографических материалов и снимков из космоса рекомендуется устанавливать особенности конфигурации береговой линии, характер распространения пляжевых и дюнных форм рельефа, наличие берегозащитных сооружений, состояние растительного покрова и признаки проявления современных геоморфологических процессов. На этапе подготовки производится предварительное выделение участков, представляющих наибольший интерес для проведения исследований. Уточняются места выполнения наблюдений, определяется расположение профилей и опорных точек, подготавливаются схемы маршрутов. Одновременно осуществляется подготовка оборудования и полевой документации. Проверяется работоспособность приборов, подготавливаются формы полевых журналов, обеспечивается наличие навигационного оборудования, средств фотофиксации и измерительных инструментов.

Результатом подготовительного этапа является формирование программы полевых работ, включающей перечень исследуемых объектов, методы наблюдений, состав оборудования и последовательность выполнения исследований.

Организация маршрутных наблюдений.

Маршрутные наблюдения относятся к числу основных методов береговых исследований. Их проведение обеспечивает получение первичной информации о состоянии береговой зоны и позволяет выявить особенности простран-

ственного распределения современных природных процессов. После прибытия на объект выполняется рекогносцировочное обследование территории, в ходе которого уточняются особенности рельефа, характер распространения растительности, состояние пляжа, авандюны и других элементов берегового комплекса. Полученные сведения используются для корректировки маршрутов и уточнения мест выполнения детальных наблюдений.

Обследование береговой зоны рекомендуется проводить в направлении от внутренних участков дюнного комплекса к урезу воды. Такой порядок обеспечивает последовательное изучение основных морфологических элементов побережья и позволяет установить взаимосвязи между отдельными компонентами береговой системы. В процессе маршрутных наблюдений изучаются растительный покров, формы эолового рельефа, авандюна, пляж, береговой вал, участки современного волноприбоя, а также проявления абразионных, аккумулятивных, дефляционных и склоновых процессов. Особое внимание уделяется выявлению участков активного развития геоморфологических процессов. Фиксируются дефляционные понижения, участки разрушения авандюны, зоны накопления песчаного материала, следы штормового воздействия и иные признаки изменения береговой зоны. Все наблюдения сопровождаются ведением полевого дневника, выполнением зарисовок, фотофиксацией и определением пространственного положения объектов. Полученные материалы используются для последующей камеральной обработки и анализа результатов исследований. Фотографирование является обязательным элементом полевых работ. Выполняются как обзорные, так и детальные снимки отдельных объектов и процессов. При этом особое значение имеет пространственная привязка фотографий и соблюдение единой схемы документирования исследуемой территории.

Использование спутниковых навигационных систем.

Современные береговые исследования предусматривают широкое применение спутниковых навигационных систем. Использование ГНСС-оборудования обеспечивает пространственную привязку результатов наблюдений и позволяет выполнять последующую обработку данных в геоинформационных системах. Основная задача спутниковой навигации — определение координат исследуемых объектов и элементов береговой зоны. С использованием навигационного оборудования фиксируются точки наблюдений, линии профилей, границы исследуемых участков, места выполнения фотографий, а также опорные и реперные точки.

Для выполнения учебных исследований допускается использование навигационных возможностей мобильных устройств. Однако при проведении детальных геодезических и мониторинговых работ рекомендуется применять специализированные ГНСС-приемники, обеспечивающие более высокую точность определения координат. Следует учитывать, что точность спутниковых измерений зависит от ряда факторов. Существенное влияние на качество определения координат оказывают плотная древесная растительность, близость высоких сооружений, особенности рельефа местности и условия приема спутникового сигнала. В целях повышения достоверности результатов рекомендуется выполнять повторные определения координат ключевых объектов и проводить контроль полученных значений. Особое внимание должно уделяться пространственной привязке опорных точек, используемых при выполнении геодезических, фотограмметрических и лазерно-ска-

нирующих работ. Материалы спутниковых измерений являются основой для последующего создания картографических материалов, цифровых моделей рельефа, пространственного анализа береговых процессов и организации долговременного мониторинга береговой зоны.

Беспилотные летательные аппараты в береговых исследованиях. Назначение и область применения.

Беспилотные летательные аппараты — одно из наиболее эффективных средств получения пространственных данных при проведении береговых исследований. Их использование позволяет оперативно выполнять съемку значительных по площади участков побережья и получать материалы, пригодные для решения широкого круга научных и прикладных задач.

Применение БПЛА обеспечивает получение актуальной информации о состоянии береговой зоны, особенностях рельефа и характере современных геоморфологических процессов. Материалы аэрофотосъемки используются для построения ортофотопланов, создания цифровых моделей рельефа и местности, подготовки крупномасштабных картографических материалов, а также для анализа пространственных изменений береговых комплексов.

Наиболее распространенными направлениями использования БПЛА в береговых исследованиях являются определение положения береговой линии, изучение морфологии пляжа, оценка состояния авандюны и дюнных комплексов, выявление участков аккумуляции и дефляции наносов, мониторинг абразионных процессов и документирование объектов природного и историко-культурного наследия.

Особое значение материалы аэрофотосъемки приобретают при проведении повторных наблюдений. Сравнение данных, полученных в различные периоды времени, позволяет количественно оценивать изменения береговой зоны и выявлять основные тенденции ее развития.

Принципы получения данных.

В основе использования БПЛА лежит выполнение аэрофотосъемки исследуемой территории с последующей фотограмметрической обработкой полученных материалов. В процессе полета осуществляется получение серии перекрывающихся цифровых изображений, охватывающих всю площадь исследуемого участка.

Полученные снимки обрабатываются в специализированных программных комплексах методами цифровой фотограмметрии. В результате обработки формируются пространственно ориентированные изображения, облака точек, цифровые модели рельефа и ортофотопланы. Качество итоговых материалов определяется условиями съемки, параметрами полета, характеристиками используемого оборудования и полнотой фотограмметрического покрытия территории. Для обеспечения устойчивой работы алгоритмов обработки необходимо получение достаточного количества перекрывающихся снимков, позволяющих установить пространственные связи между отдельными изображениями. Одним из важнейших условий получения качественных результатов является соблюдение требуемого продольного и поперечного перекрытия снимков. При выполнении береговых исследований рекомендуется обеспечивать продольное перекрытие не менее 80 % и поперечное — не менее 70 %. Указанные параметры позволяют повысить надежность фотограмметрической обработки и снизить вероятность возникновения геометрических искажений [2; 3].

Организация аэрофотосъемочных работ.

Подготовка к выполнению аэрофотосъемки включает выбор исследуемого участка, разработку схемы полета, определение параметров съемки и подготовку оборудования.

При планировании работ учитываются размеры исследуемой территории, особенности рельефа, наличие искусственных сооружений и характер развития современных береговых процессов. На основании этих данных определяются высота полета, направление маршрутов съемки и необходимая плотность покрытия территории изображениями. Высота съемки оказывает непосредственное влияние на пространственное разрешение получаемых данных. С уменьшением высоты полета возрастает детализация изображений и повышается точность построения цифровых моделей. Вместе с тем увеличение детализации приводит к росту объема данных и продолжительности их обработки. При выполнении работ в пределах береговой зоны рекомендуется учитывать особенности рельефа исследуемой территории. В условиях высоких береговых уступов, дюнных массивов и других форм рельефа необходимо обеспечивать безопасное расстояние между летательным аппаратом и поверхностью местности. Важным условием проведения аэрофотосъемки является учет метеорологических факторов. Существенное влияние на качество получаемых материалов оказывают скорость ветра, освещенность территории, атмосферные осадки и состояние подстилающей поверхности. Наиболее благоприятные условия для выполнения работ обычно наблюдаются в утренние и вечерние часы, когда освещение способствует лучшему выявлению микрорельефа поверхности.

Наземные контрольные точки.

Для повышения точности пространственной привязки фотограмметрических материалов используются наземные контрольные точки (Ground Control Points, GCP). Они представляют собой специально подготовленные объекты с известными координатами, определенными с использованием геодезических или спутниковых методов измерений.

Контрольные точки размещаются на исследуемой территории до начала съемки и должны быть хорошо различимы на получаемых аэрофотоснимках. В процессе фотограмметрической обработки они используются для пространственной ориентации модели и проверки точности результатов. Количество контрольных точек определяется размерами участка и требуемой точностью работ. Для большинства учебных и научных исследований рекомендуется использовать не менее пяти точек, равномерно распределенных по площади съемки. Особое внимание следует уделять размещению точек в различных частях исследуемой территории, включая участки с различными высотными отметками. Использование контрольных точек позволяет существенно повысить качество геопривязки цифровых моделей рельефа и ортофотопланов, а также обеспечивает возможность сопоставления материалов, полученных в разные периоды времени.

Особенности применения БПЛА в береговой зоне.

Использование беспилотных летательных аппаратов на морском побережье имеет ряд особенностей, связанных со спецификой природных условий береговой зоны. Одной из основных проблем является фотограмметрическая обработка водной поверхности. Вследствие подвижности воды и постоянного изменения структуры волн на снимках отсутствуют устойчивые

элементы, необходимые для корректного определения пространственного положения точек. По этой причине материалы, полученные над акваторией, имеют ограниченную пригодность для построения цифровых моделей рельефа. Определенные трудности возникают также при обработке однородных песчаных поверхностей. При отсутствии выраженной текстуры алгоритмы фотограмметрической обработки могут испытывать затруднения при поиске общих элементов на соседних снимках. Для повышения качества результатов рекомендуется выполнять съемку при условиях освещения, способствующих выявлению микрорельефа поверхности.

Существенное влияние на безопасность и качество работ оказывает ветровой режим. Береговая зона характеризуется повышенной ветровой активностью, что требует постоянного контроля погодных условий и соблюдения требований эксплуатации беспилотных летательных аппаратов. При организации полетов необходимо соблюдать действующие требования законодательства Российской Федерации в области использования воздушного пространства. До начала работ должна быть выполнена проверка ограничений на выполнение полетов, а при необходимости — получены соответствующие разрешения [5; 6].

Камеральная обработка материалов.

Результаты аэрофотосъемки подвергаются камеральной обработке с использованием специализированного программного обеспечения. В процессе выполняются сортировка и контроль качества снимков, фотограмметрическое ориентирование изображений, построение облака точек и создание производных пространственных моделей. Основными результатами обработки являются ортофотоплан, цифровая модель рельефа, цифровая модель местности и трехмерная модель исследуемой территории (рис. 13). Полученные материалы используются для проведения измерений, анализа рельефа, оценки динамики береговой линии и решения других задач береговых исследований.

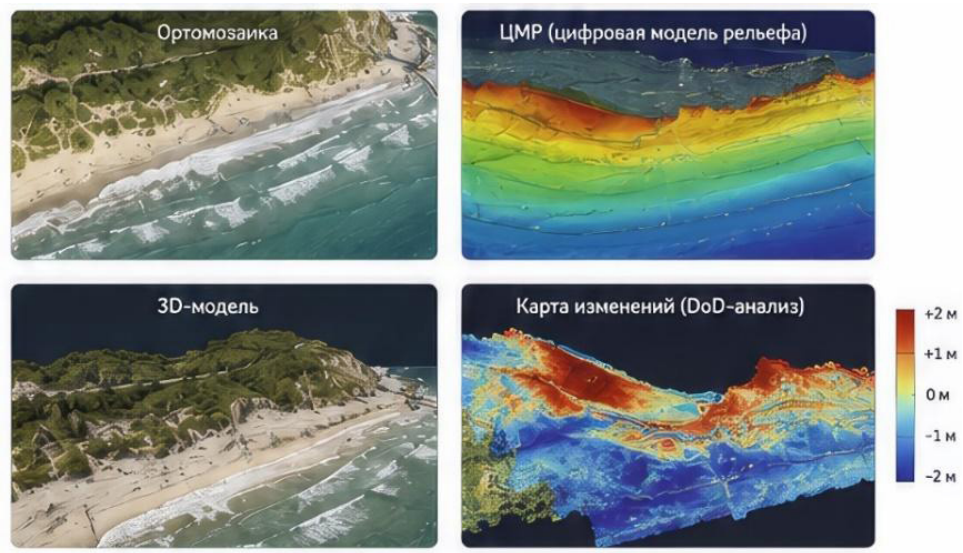


Рис. 13. Обработка результатов использования БПЛА

Применение беспилотных летательных аппаратов обеспечивает получение детальной пространственной информации о состоянии береговой зоны и позволяет существенно повысить эффективность полевых исследований. Комплексное использование аэрофотосъемки, спутниковой навигации и методов цифровой фотограмметрии — одно из наиболее перспективных направлений современного мониторинга береговых систем.

Наземное лазерное сканирование в береговых исследованиях

Назначение и область применения.

Наземное лазерное сканирование относится к числу наиболее точных методов получения пространственных данных о состоянии природных и техногенных объектов. В основе лежит дистанционное определение координат большого количества точек поверхности с использованием лазерного излучения. Применение наземного лазерного сканирования в береговых исследованиях позволяет получать детальную информацию о морфологии рельефа, особенностях строения береговых уступов, пляжей, авандюн и дюнных комплексов. Высокая плотность измерений обеспечивает возможность изучения как крупных форм рельефа, так и отдельных элементов микрорельефа. Особую эффективность данный метод демонстрирует при решении задач мониторинга береговой зоны. Сравнение результатов повторных сканирований позволяет выявлять изменения рельефа, определять объемы разрушения или накопления наносов, оценивать динамику абразионных процессов и контролировать развитие дефляционных форм.

Материалы лазерного сканирования широко используются при создании цифровых моделей рельефа, выполнении морфометрического анализа, построении продольных и поперечных профилей, а также при документировании объектов природного и историко-культурного наследия, расположенных в пределах береговой зоны.

Принцип получения данных.

Работа наземного лазерного сканера основана на измерении расстояния до объектов посредством регистрации параметров отраженного лазерного сигнала. В процессе съемки прибор последовательно сканирует окружающее пространство и определяет пространственное положение большого количества точек поверхности.

Совокупность измеренных точек формирует облако точек, представляющее собой цифровое описание исследуемой территории. Каждая точка содержит информацию о пространственных координатах и, в зависимости от типа оборудования, может дополнительно включать сведения об интенсивности отраженного сигнала и цветовых характеристиках объекта.

Современные лазерные сканеры обеспечивают получение миллионов измерений за один цикл съемки, что позволяет формировать высокодетализированные пространственные модели береговой зоны. Плотность облака точек определяется расстоянием до объекта, параметрами сканирования и характеристиками используемого оборудования.

Полученные данные могут использоваться как самостоятельно, так и в комплексе с материалами спутниковых измерений, фотограмметрической съемки и мобильного лазерного сканирования.

Организация полевых работ.

Подготовка к выполнению лазерного сканирования включает рекогносцировочное обследование территории, выбор мест размещения сканера и планирование последовательности выполнения съемки.

Одним из важнейших этапов является определение расположения точек стояния прибора. Поскольку лазерный сканер регистрирует только объекты, находящиеся в пределах прямой видимости, наличие выступов рельефа, растительности, сооружений и других препятствий приводит к образованию участков, не попадающих в поле сканирования. Для обеспечения полноты покрытия территории съемка, как правило, выполняется с нескольких стоянок. Полученные сканы впоследствии объединяются в единую пространственную модель исследуемого участка. Количество стоянок определяется размерами объекта, сложностью рельефа и требуемой детальностью результатов. Особое внимание уделяется обеспечению перекрытия соседних сканов, необходимого для их последующей регистрации и совместной обработки.

При проведении мониторинговых исследований рекомендуется использовать постоянные или легко идентифицируемые точки наблюдений, что позволяет повысить сопоставимость материалов, полученных в разные периоды времени.

Геодезическое обеспечение и регистрация данных.

Для обеспечения пространственной привязки результатов сканирования используются методы геодезического обеспечения съемки. Наиболее широко применяются специальные отражательные марки или контрольные точки, координаты которых определяются с использованием геодезических или спутниковых методов измерений.

Регистрация отдельных сканов в единую систему координат может выполняться несколькими способами. Самыми распространенными являются регистрация по опорным маркам и автоматическая регистрация по перекрывающимся участкам облаков точек. Использование опорных марок обеспечивает наиболее высокую точность объединения данных и рекомендуется при выполнении инженерных и мониторинговых работ. Автоматическая регистрация по геометрическим особенностям поверхности применяется при отсутствии специальных марок и достаточном перекрытии сканов. При необходимости облако точек может быть трансформировано в государственную систему координат, что обеспечивает возможность его совместного использования с другими пространственными данными.

Особенности применения наземного лазерного сканирования в береговой зоне.

Выполнение лазерного сканирования на морском побережье имеет ряд особенностей, обусловленных природными условиями береговой среды.

Существенное влияние на качество данных оказывает водная поверхность. Волновые процессы приводят к постоянному изменению положения отражающих поверхностей, что может вызывать появление шумов и артефактов в облаке точек. По этой причине участки акватории обычно исключаются из дальнейшего анализа или подвергаются дополнительной фильтрации. Особое внимание необходимо уделять съемке песчаных поверхностей. Свойства рыхлых наносов могут оказывать влияние на характеристики отраженного сигнала, что требует контроля качества данных и применения соответствующих методов обработки. На результаты измерений также оказывают влияние

атмосферные условия. Повышенная влажность воздуха, наличие водяной взвеси, тумана и морских аэрозолей способны снижать качество лазерного сигнала и уменьшать эффективную дальность работы прибора. В процессе эксплуатации оборудования в береговой зоне необходимо учитывать воздействие морской соли на оптические и электронные компоненты сканера. После завершения работ рекомендуется выполнять очистку прибора в соответствии с требованиями производителя.

Камеральная обработка результатов.

Камеральная обработка данных лазерного сканирования включает регистрацию отдельных сканов, фильтрацию шумов, классификацию облака точек и построение производных пространственных моделей [2].

На начальном этапе выполняется объединение отдельных сканов в единое облако точек. После завершения регистрации производится удаление ошибочных измерений, связанных с воздействием водной поверхности, атмосферных явлений, движущихся объектов и других факторов. Полученное облако точек используется для создания цифровых моделей рельефа, построения профилей местности, вычисления объемов аккумуляции и размыва наносов, а также для выполнения сравнительного анализа разновременных съемок (рис. 14).



Рис. 14. Обработка результатов использования НЛС

Одно из важнейших направлений применения результатов лазерного сканирования — мониторинг береговых процессов. Сопоставление цифровых моделей, полученных в различные периоды времени, позволяет количественно оценивать изменения рельефа и определять интенсивность современных геоморфологических процессов.

Высокая точность измерений и возможность получения детальной пространственной информации делают наземное лазерное сканирование одним из наиболее эффективных методов исследования и мониторинга береговой зоны.

SLAM-технологии в береговых исследованиях

Назначение и область применения.

Современное развитие технологий пространственного моделирования привело к широкому распространению мобильных систем лазерного сканирования, использующих алгоритмы одновременной локализации и картографирования (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM). Технология обеспечивает получение пространственных данных без необходимости организации стационарных пунктов съемки и позволяет выполнять оперативное обследование протяженных участков местности [4].

В береговых исследованиях SLAM-технологии используются для создания трехмерных моделей рельефа, мониторинга современных геоморфологических процессов, документирования природных объектов и оценки пространственных изменений береговой зоны. Метод особенно эффективен при выполнении работ на участках сложной конфигурации, где применение традиционного наземного лазерного сканирования связано с существенными временными затратами. Мобильное лазерное сканирование позволяет оперативно получать пространственную информацию о состоянии пляжей, авандюн, береговых уступов, дефляционных котловин, аккумулятивных форм рельефа и других элементов берегового комплекса. Высокая скорость сбора данных делает этот метод перспективным инструментом мониторинга береговых систем. Особое значение технология приобретает при проведении рекогносцировочных обследований, послештормового мониторинга, а также при выполнении работ на территориях, требующих быстрого получения пространственной информации.

Принципы функционирования SLAM-систем.

Работа мобильных лазерных сканеров основана на использовании алгоритмов, обеспечивающих одновременное определение положения прибора в пространстве и построение цифровой модели окружающей среды.

В процессе движения сканера осуществляется непрерывная регистрация пространственных координат объектов, попадающих в зону действия лазерного излучения. Полученные данные анализируются программным обеспечением, которое сопоставляет текущие измерения с уже сформированной частью модели и определяет положение прибора относительно ранее зафиксированных объектов. Формирование пространственной модели происходит непрерывно в процессе движения оператора. В результате создается облако точек, отражающее геометрию исследуемой территории. Дополнительно могут использоваться данные инерциальных измерительных систем, спутниковой навигации и других сенсоров, повышающих устойчивость позиционирования. Точность работы SLAM-алгоритмов зависит от особенностей окружающей среды. Наиболее надежные результаты достигаются в условиях наличия достаточного количества устойчивых объектов, используемых системой в качестве ориентиров для определения собственного положения.

Организация полевых работ.

Подготовка к выполнению мобильного лазерного сканирования включает выбор маршрута движения, определение границ исследуемой территории и оценку условий проведения съемки.

При выполнении работ рекомендуется заранее анализировать особенности рельефа и характер пространственного распределения объектов местности. Особое внимание следует уделять наличию ориентиров, обеспечивающих устойчивую работу алгоритмов локализации. Сканирование осуществляется в процессе перемещения оператора по территории исследования. Маршрут движения должен охватывать все основные элементы берегового комплекса и обеспечивать возможность повторного прохождения через характерные участки местности. При обследовании протяженных участков побережья рекомендуется формировать замкнутые или частично перекрывающиеся маршруты. Подобная организация работ способствует повышению точности итоговой модели и снижению накопления ошибок позиционирования. Выбор траектории движения определяется задачами исследования, конфигурацией

береговой зоны и особенностями применяемого оборудования. В процессе съемки рекомендуется обеспечивать равномерную скорость перемещения и избегать резких изменений направления движения.

Геопривязка результатов мобильного сканирования.

Облака точек, формируемые SLAM-системами, первоначально создаются в локальной системе координат прибора. Для последующего использования данных в геоинформационных системах и сопоставления результатов разновременных наблюдений требуется выполнение геопривязки.

Одним из наиболее распространенных способов является использование опорных точек, координаты которых определяются до начала работ с применением спутниковых или геодезических методов измерений. После завершения обработки данные точки идентифицируются в облаке точек и используются для трансформации модели в требуемую систему координат. Современные мобильные системы могут оснащаться встроенными ГНСС-приемниками и инерциальными измерительными устройствами. В этом случае определение пространственного положения осуществляется одновременно несколькими методами, что способствует повышению точности геопривязки. При выполнении мониторинговых исследований рекомендуется использовать единые опорные точки и системы координат для всех циклов наблюдений. Это обеспечивает корректное сопоставление результатов и повышает достоверность оценки изменений береговой зоны.

Особенности применения SLAM-технологий в береговой зоне.

Использование мобильного лазерного сканирования на морском побережье имеет ряд особенностей, обусловленных спецификой природной среды. Наиболее благоприятными объектами для выполнения съемки являются участки с выраженным микрорельефом, развитой растительностью, обнажениями горных пород, крупнообломочным материалом и другими объектами, обеспечивающими наличие устойчивых ориентиров для работы алгоритмов локализации. Определенные ограничения возникают при обследовании однородных песчаных поверхностей. Отсутствие выраженных объектов может приводить к снижению устойчивости позиционирования и накоплению ошибок в процессе построения модели. Особое внимание следует уделять организации маршрутов на открытых пляжах и других участках с низкой степенью пространственной неоднородности. В подобных условиях рекомендуется периодически включать в маршрут элементы рельефа или объекты местности, способствующие повышению точности работы системы. На качество получаемых данных также могут влиять погодные условия, состояние поверхности, наличие движущихся объектов и особенности растительного покрова. Указанные факторы должны учитываться при планировании и выполнении работ.

Камеральная обработка данных.

Обработка результатов мобильного лазерного сканирования включает регистрацию траектории движения прибора, построение облака точек, геопривязку данных и формирование производных пространственных моделей. На начальном этапе выполняется контроль качества исходных материалов и анализ корректности построения траектории. При необходимости осуществляется корректировка положения отдельных фрагментов модели и устранение локальных ошибок позиционирования. После завершения обработки формируется единое облако точек исследуемой территории. Полученные

данные могут использоваться для создания цифровых моделей рельефа, построения профилей местности, анализа морфометрических характеристик и расчета объемов перемещения наносов (рис. 15).

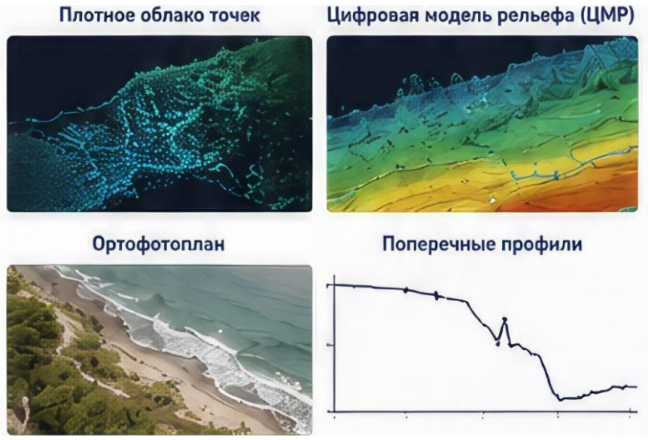


Рис. 15. Обработка результатов использования SLAM

При проведении мониторинговых исследований особое значение приобретает сравнение материалов, полученных в различные периоды времени. Использование методов пространственного сопоставления позволяет выявлять участки аккумуляции и размыва наносов, оценивать динамику береговых уступов, определять изменения рельефа пляжей и дюнных комплексов. Высокая производительность, мобильность оборудования и возможность оперативного получения пространственных данных делают SLAM-технологии эффективным инструментом исследования береговой зоны. Наилучшие высокие результаты достигаются при комплексном использовании мобильного лазерного сканирования, спутниковой навигации, наземного лазерного сканирования и беспилотных летательных аппаратов.

Типичные ошибки при проведении береговых исследований

Качество результатов береговых исследований в значительной степени определяется соблюдением методики выполнения полевых и камеральных работ. Анализ материалов учебных практик показывает, что большинство ошибок связано не с техническими характеристиками оборудования, а с нарушением порядка проведения наблюдений, недостаточной подготовкой к полевым работам и несоблюдением требований к документированию полученных данных. Одна из наиболее распространенных ошибок — слабая проработка подготовительного этапа исследований. Отсутствие предварительного анализа картографических материалов, спутниковых снимков и литературных источников затрудняет выбор участков наблюдений и снижает эффективность полевых работ. Существенное влияние на качество результатов оказывает отсутствие надлежащей пространственной привязки данных. Неполное определение координат точек наблюдений, профилей, контрольных марок и стоянок оборудования может привести к затруднениям при последующей обработке материалов и выполнении сравнительного анализа разновременных наблюдений. При выполнении аэрофотосъемки типичными ошибками являются

недостаточное перекрытие снимков, неравномерное распределение наземных контрольных точек и проведение съемки в неблагоприятных метеорологических условиях. Указанные факторы способны существенно снизить качество фотограмметрической обработки и привести к возникновению геометрических искажений итоговых моделей. При использовании наземного лазерного сканирования значительное количество ошибок связано с неправильным выбором мест размещения сканера. Недостаточное количество стоянок и отсутствие перекрытия между отдельными сканами приводят к образованию неохваченных участков и осложняют регистрацию данных.

В процессе мобильного лазерного сканирования особое внимание должно уделяться выбору маршрута съемки. Выполнение работ на участках с однообразной поверхностью и отсутствием устойчивых ориентиров может привести к снижению точности позиционирования и ухудшению качества пространственной модели.

Нарушения требований к ведению полевой документации также относятся к числу распространенных недостатков. Отсутствие подробных записей, схем, фотографий и описаний объектов существенно ограничивает возможности последующей интерпретации результатов исследований.

Для повышения качества работ рекомендуется соблюдать установленную последовательность выполнения исследований, обеспечивать надлежащую пространственную привязку данных, осуществлять контроль качества материалов непосредственно в полевых условиях и выполнять регулярное резервное копирование цифровой информации (рис. 16).

Береговые исследования представляют собой важное направление географических, геоморфологических и геоэкологических работ, направленных на изучение современного состояния и динамики береговых систем. Комплексный характер береговой зоны обусловливает необходимость совместного применения традиционных полевых методов и современных цифровых технологий. В настоящее время значительное распространение получили методы спутниковой навигации, беспилотной аэрофотосъемки, наземного лазерного сканирования и мобильного сканирования на основе SLAM-технологий. Использование указанных средств позволяет получать пространственные данные высокой детальности, выполнять мониторинг современных геоморфологических процессов и создавать цифровые модели исследуемых территорий. Применение современных технологий существенно расширяет возможности изучения береговой зоны, обеспечивает повышение точности измерений и позволяет проводить совокупный анализ пространственно-временных изменений природных комплексов. Вместе с тем эффективность исследований определяется не только техническими возможностями используемого оборудования, но и соблюдением методики выполнения полевых и камеральных работ. Полученные в ходе исследований материалы используются при решении задач мониторинга береговых процессов, оценки природных рисков, планирования природоохранных мероприятий, разработки проектов берегозащиты и организации рационального природопользования в прибрежных районах. Комплексное использование методов полевых наблюдений, дистанционного зондирования Земли, спутниковой навигации и трехмерного моделирования является одним из наиболее перспективных направлений развития современных береговых исследований и обеспечивает получение достоверной информации о состоянии и динамике береговых систем.



Рис. 16. Схема типичный ошибок

Список литературы

1. *Белов Н. С., Шаплыгина Т. В., Волкова И. И.* ГИС-картографирование для решения практических задач в области геоэкологии и природопользования : учеб. пособие. Калининград, 2025.

2. *Белов Н. С.* Использование фотограмметрии и наземного лазерного сканирования для сохранения объектов историко-культурного наследия : учеб.-метод. Калининград, 2024.

3. ГИС технологии в океанографии и применение новых технологий в сохранении морского историко-культурного наследия / Н. С. Белов, В. А. Гриценко, А. Р. Данченков, А. В. Килесо. Калининград, 2022.

4. *Сукманова Т. В., Белов Н. С.* Использование SLAM-сканирования в задачах трехмерной документации и анализа объектов природного и культурного наследия // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2025. Т. 31, № 3. С. 595—610. doi: 10.35595/2414-9179-2025-3-31-595-610.

5. *Об утверждении* Правил государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 кг до 30 кг, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. № 658 (ред. от 02.02.2026). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. *Об утверждении* Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 (ред. от 31.07.2025). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

В соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, установленного самостоятельно БФУ им. И. Канта педагогическая практика является обязательным разделом основной образовательной программы базового высшего образования, ключевым элементом профессиональной подготовки студентов, направленным на формирование педагогических, исследовательских, коммуникативных и организационно-проектных компетенций.

В период педагогической практики студенты должны применять современные образовательные технологии, включая информационные, а также цифровые образовательные ресурсы; научиться планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой, разрабатывать сценарии занятий и организовывать проектную работу.

Цель практики — развитие педагогических компетенций и умений по реализации образовательных программ и организации учебно-воспитательной работы в школе, а также формирование важных с профессиональной точки зрения качеств личности учителя.

Задачи практики:

— формирование способности организовывать совместную и индивидуальную учебную, воспитательную и проектную деятельность обучающихся в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов;

— применение современных образовательных технологий, включая информационные, а также цифровые образовательные ресурсы;

— планирование и реализация учебного процесса в соответствии с основной общеобразовательной программой и современными требованиями науки и технологий;

— разработка рабочей программы по предмету, курсу, а также методических и оценочных материалов на основе примерных основных общеобразовательных программ.

Перечисленные задачи направлена на приобретение опыта в педагогической деятельности.

В период производственной педагогической практики студент приобретает знания о психологических особенностях собственной личности и степени их соответствия требованиям профессиональной деятельности, основных теориях мотивации личностного самосовершенствования, способах самоконтроля и саморегуляции в различных ситуациях профессиональной деятельности; формирует умения проектировать учебные занятия в соответствии с образовательными стандартами; закрепляет навыки владения современными педагогическими методиками.

Программа производственной педагогической практики раскрывает содержание деятельности студентов в школе с учетом целенаправленной подготовки их к выполнению функций педагогической деятельности учителя географии и экологии.

Работа студента-практиканта в школе проводится по следующим направлениям: знакомство со школой, классом, учащимися; организация учебной работы по географии и экологии; внеклассная работа по географии и экологии; работа в качестве классного руководителя.

За время прохождения практики обучающийся должен овладеть навыками педагогического конструирования и проектирования, который обеспечивается такими умениями, как составление индивидуальных планов графиков работы; определение и формулировка целей урока — образовательных, воспитывающих, развивающих; отбор учебного материала; использование методов и средств обучения; планирование познавательной деятельности учащихся и способов ее организации; определение типа и структуры урока.

В ходе педагогической практики необходимо овладеть *организаторским* навыком, который развивается за счет умения обеспечивать выполнение намеченного плана урока; рационально распределять время между структурными и логическими частями урока; подбирать эффективные методы и технологии изложения материала практикантом и руководства работой учащихся.

Информационный навык предусматривает наличие комплекса умений по формированию у учащихся географических и экологических знаний; передачу учебной информации в логической последовательности, свободный и правильный подбор методов устного изложения, работы с учебником, картой и другими источниками информации; использование разнообразных методов и форм проверки знаний учащихся.

Исследовательский навык обеспечивается следующими умениями: вести наблюдение и анализировать урок и внеклассное мероприятие с позиции современных требований и с учетом достижений опыта работы учителей; осуществлять самоанализ, теоретически осмысливать опыт других практикантов, особенно при разборе уроков и внеклассных мероприятий; собирать, систематизировать, обобщать факты педагогической деятельности в целях выполнения научно-методической работы в период практики.

При выборе места прохождения практики целесообразно использовать оптимальное количество объективных критериев, оценивающих наиболее важные стороны организации или структурного подразделения университета как базы практики. К таким критериям относятся:

— соответствие профиля организации направлению обучения;

— обеспечение организации квалифицированными кадрами;

— оснащенность организации современным оборудованием и доступность технологий;

— возможность дальнейшего трудоустройства и др.

Практика проводится на основании договора в организации, осуществляющей деятельность по профилю образовательной программы, в том числе ее структурном подразделении, предназначенном для проведения практической подготовки, и включает в себя четыре основных этапа.

Подготовительный этап:

— знакомство с программой практики — формулировка целей, задач, заданий практики, уточнение форм отчетности;

— инструктаж руководителя практики;

— определение места прохождения практики;

— согласование индивидуального плана-графика выполнения работ.

На начальном этапе формируется исследовательский замысел практики. Руководитель практики помогает сформулировать коммуникативные и учебные задачи, актуализирующие профессиональный интерес.

Содержательный этап:

— самостоятельное изучение научной и нормативной литературы;

— подготовка методических разработок, сбор и обработка материала;

— анализ и систематизация материала;

— разработка и реализация образовательной и досуговой деятельности и др.;

— ведение дневника с фиксацией выполненной работы.

Этап посвящен разработке методической стратегии, формулированию конкретных задач, составлению детального плана. В этот период определяются источники информации, а также способы сбора, анализа и последующего представления данных.

Результативно-рефлексивный этап:

— составление отчета по практике в установленной форме;

— представление характеристики студента, подписанной руководителем профильной организации.

На данном этапе систематизируется информация, выявляются закономерности, изучаются ошибки и сложности при проведении занятий или организации учебно-воспитательного процесса, сопоставляются теоретические положения педагогики и методики профессионального обучения с практическими наблюдениями, формулируются предварительные и итоговые выводы.

Подведение итогов практики:

— итоговый научно-методический семинар.

Студент представляет итоги работы в виде письменного отчета и выступает с его устной защитой, демонстрируя умение аргументированно излагать материал и отвечать на вопросы.

При оформлении дневника и отчета необходимо учитывать следующие требования.

1. Отчет оформляется на листах формата А4. Страницы нумеруются, начиная с титульного листа (на титульном листе номер страницы не ставится). Положение номера на странице — внизу. Текст набирается шрифтом Times New Roman, размер шрифта —14, интервал — 1,5. Размер полей: нижнее и верхнее — по 2 см, правое — 1,5 см, левое — 3 см.

2. Оптимальный объем основного текста отчета не менее 5 страниц (без учета приложений).

Макет дневника и отчета по производственной практике можно найти на официальном сайте БФУ им. И. Канта в разделе «Документы», подразделе «Положение о практической подготовке обучающихся». URL: https://kantiana.ru/sveden/document/.

Отчет о прохождении производственной педагогической практики имеет следующую структуру.

Введение. Формулируются цель практики, а также комплекс задач, которые поставлены руководителем перед студентами на период практики. Объем введения: 1—1,5 страницы.

Основная часть. Краткая характеристика профильного предприятия или организации, в которой проходит практика. Обзор изученных теоретических материалов, требуемых для выполнения задач практики и собранных студентом за период ее прохождения. Этапы и результаты выполненных практических заданий, выводы о значимости полученных результатов. Объем основной части: 5 — 10 страниц.

Заключение. Обобщаются результаты проделанной работы, делаются выводы и приводится личное мнение практиканта о значимости данного элемента образовательной программы с точки зрения формирования необходимых компетенций выпускника. Объем заключения: в пределах 1,5 страниц.

Список литературы. Содержит нормативные документы, внутренние регламенты и документы организации, в которой проходит практика, монографии, статьи из периодических рецензируемых изданий и иные материалы, использованные студентом в ходе прохождения практики. Объем списка не менее 10 источников различного характера.

Приложения. Содержат схемы, таблицы, графики, диаграммы, листинги программ и другие материалы, иллюстрирующие результаты заданий, выполненных студентом во время прохождения практики. Для производственной педагогической практики возможно приведение планов уроков или учебно-методических материалов.

Список литературы

1. *Боровкова Т. И*. Педагогическая инноватика как источник продуктивной творческой деятельности педагога-практика. М., 2015. .

2. *География* Калининградского региона. Полевая общегеографическая учебная практика : учебное пособие. 2-е изд. перераб. и доп. / науч. ред. В. В. Орленок. Калининград, 2007.

3. *Педагогическая* практика бакалавров : учеб.-метод. пособие / Е. О. Гребенникова, В. И. Комарова, А. Х. Попова, Е. Ю. Сизганова ; под ред. Е. Ю. Сизгановой. 3-е изд., стер. М., 2020.

4. *Педагогическая* практика : метод. пособие / Н. Г. Мингазова, Г. Ф. Мратхузина, В. Г. Субич. Казань, 2023.

5. *Чернышенко О. В.* Педагогическая риторика : учеб.-метод. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое образование» (профиль «Русский язык и литература», «Русский язык и иностранный язык»). М., 2017.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебно-методическое пособие «Экология и природопользование: учебные и производственные практики» представляет комплексный и систематизированный материал, направленный на организацию и проведение учебных и производственных практик для студентов базового высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Структура пособия отражает логику формирования индивидуальных образовательных траекторий в рамках пилотного проекта по переходу на новую систему высшего образования, а представленные материалы обеспечивают практико-ориентированную подготовку студентов по элективным профилям: «Геоэкология и морское природопользование», «Промышленная экология», «Экоурбанистика». Материалы производственной педагогической практики способствуют формированию не только профессиональных, но и коммуникативных, организационных и научно-методических компетенций.

В методических указаниях сделан существенный акцент на внедрение современных цифровых и дистанционных технологий, что позволяет вывести процесс обучения на качественно новый, высокотехнологичный уровень.

Таким образом, данное учебно-методическое пособие служит важным инструментом практической подготовки студента-геоэколога.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ:
УЧЕБНЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРАКТИКИ

Учебно-методическое пособие

Учебное электронное издание

Редактор *О. И. Бессчастнова*
Компьютерная верстка *Е. В. Денисенко*

Дата выхода в свет 05.11.2026 г.
Формат 70 × 108 $^{1}/_{16}$. Усл. печ. л. 4,6