

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра Инженерной гидрологии**

Рабочая программа дисциплины

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):
Экологическая безопасность полярных областей

Уровень:
Магистратура

Форма обучения
Очно-заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

_____ А.А. Ершова

Председатель УМС
_____ И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
_____ 2021 г., протокол № _____

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«31» мая 2021 г., протокол № 20/21-10
Зав. кафедрой _____ Хаустов В.А.

Автор-разработчик:
_____ Викторова Н.В.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование теоретических знаний и практических навыков по применению современных информационных технологий, геоинформационных систем, в вопросах сбора, анализа, представления пространственно-распределенной информации и моделирования экологических процессов.

Задачи:

- изучение принципов системного анализа при построении моделей экологических процессов с помощью геоинформационных систем;
- изучение функциональных возможностей ГИС и инструментов пространственного анализа при решении экологических задач;
- освоение методов сбора, анализа и представления данных с использованием геоинформационных систем;
- формирование навыков применения методов и средств анализа ГИС;
- формирование практических навыков создания геоинформационных систем для целей моделирования экологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Моделирование экологических процессов с применением геоинформационных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина читается в первом семестре для очной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин бакалавриата: «Математика», «Информатика», разделы фундаментальных естественнонаучных дисциплин.

Параллельно с дисциплиной «Моделирование экологических процессов с применением геоинформационных систем» изучаются дисциплины обязательной части: «Философские проблемы естествознания», а также дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений: «Антропогенное воздействие и техногенные риски полярных областей», «Климат и природные ресурсы Арктики», «Мониторинг водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям», «Недропользование на полярном шельфе».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-2, ПК-3

Таблица 1

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен выполнить сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической	ПК-2.1. Осуществляет сбор, обработку и систематизацию научно-технической информации о состоянии природных, природно-	<i>Знать:</i> • основные научные подходы при моделировании экологических процессов; • характеристики современных информационных и геоинформационных систем; • основы современных компьютерных тех-

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
информации о состоянии природных, природно-хозяйственных и социально-экономических систем, осуществить выбор методик и средств решения задач в области экологической безопасности полярных областей	хозяйственных и социально-экономических систем, критически анализирует результаты современных научных исследований и баз данных в сфере экологической безопасности в Арктической зоне	нологий, глобальные информационные ресурсы; • методы сбора, анализа и представления данных с использованием геоинформационных систем; • технологии геоинформационных систем, принципы их построения и функционирования, принципы организации данных <i>Уметь:</i> • использовать полученные знания для анализа и выбора программно-технологических платформ при создании ГИС; <i>Владеть:</i> • теоретической базой и практическими навыками, необходимыми при обосновании выбора используемых подходов к моделированию экологических процессов
ПК-3. Способен самостоятельно реализовывать методику проведения исследований в соответствии с разработанной программой в Арктической зоне и выполнить анализ результатов применительно к поставленным задачам экологической безопасности полярных областей с представлением научному сообществу в виде научно-технического отчета, статьи и доклада	ПК-3.2. Проводит анализ результатов исследования с применением общих и специализированных методов географических исследований, в том числе интерпретирует и представляет полученные результаты с использованием современных информационных технологий и геоинформационных систем	<i>Знать:</i> • модели представления данных; • основные виды и процедуры геообработки; • функциональные возможности геоинформационных систем <i>Уметь:</i> • применить полученные знания для анализа и выбора модели данных при создании базы данных в конкретной ГИС; • применять геоинформационные методы картографирования и инструментальные средства геоинформационных систем для решения профессиональных задач; • оценивать воздействия на экосистемы на основе результатов моделирования <i>Владеть:</i> • практическими навыками создания и ведения баз данных при решении практических задач с применением ГИС-технологий; • инструментами работы в ГИС среде, возможностями организации, редактирования, анализа, моделирования и представления данных в ГИС.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очно-заочная форма обучения
Объем дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28
в том числе:	–
лекции	10
занятия семинарского типа:	
практические занятия	–
лабораторные занятия	18
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	80
в том числе:	–
курсовая работа	–
контрольная работа	–
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очно-заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Основные понятия геоинформатики	1	2	2	10	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
2	Информационное обеспечение ГИС	1	2	4	10	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
3	Техническое и программное обеспечение ГИС	1		2	12	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
4	Карты как основа ГИС	1	2	2	12	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
5	Географический анализ и пространственное моделирование	1	2	4	12	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
6	Проектирование ГИС	1	2	2	12	Контрольный опрос, самостоятельное практическое задание	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
7	Интеграция пространственных данных и технологий	1		2	12	Контрольный опрос, лабораторная работа	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.2
ИТОГО		-	10	18	80	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

1. Основные понятия геоинформатики

Основные определения базовых понятий геоинформатики. Классификация моделей пространственных объектов и данных. Понятие геоинформационной системы. Основные этапы развития ГИС. География и ГИС. Карты как основа ГИС. Понятие геоинформационного картографирования. Типы ГИС. Проблемно-ориентированные ГИС.

2. Информационное обеспечение ГИС

Типы и источники пространственных данных. Проектирование географических баз данных. Требования к базам данных. Этапы проектирования базы данных.

Представление пространственных объектов в базах данных. Выбор модели пространственной информации. Особенности представления пространственных объектов в БД. Позиционная и семантическая составляющие данных.

Системы управления базами данных в ГИС. Функции СУБД, Задачи и функции СУБД в ГИС. Базовые понятия реляционных баз данных. Объектно-ориентированные и реляционные структуры БД.

3. Техническое и программное обеспечение ГИС

Требования к техническому и программному обеспечению ГИС. Подсистемы реализации ГИС-технологий. Характеристика технических средств ГИС. Технологии ввода графической информации. Преобразование форматов данных. Графическая визуализация

информации. Общая характеристика программных ГИС-пакетов.

4. Карты как основа ГИС

Номенклатура и разграфка карт. Системы координат и проекции. Географическая и спроектированная системы координат. Картографические проекции. Привязка растровых данных. Оценка ошибок трансформации. Операции с данными в векторном формате. Хранение и преобразование растровых данных.

Исследования по картам. Картографический метод исследования. Изучение структуры. Изучение взаимосвязей. Изучение динамики. Картографические прогнозы. Приемы математико-картографического моделирования.

5. Географический анализ и пространственное моделирование

Методы пространственного анализа. Классификация объектов. Методы интеграции признаков для исследования взаимосвязей и классификации признаков. Оверлейные операции. Выбор объектов по пространственным признакам. Построение запросов. Анализ сетей. Цифровое моделирование рельефа.

Методы пространственного моделирования. Задачи пространственного моделирования. Исходные данные для моделирования. Интерполяция. Построение статистических поверхностей. Определение местоположения и оптимального размещения объектов. Моделирование пространственных распределений. Интерполяция по ареалам. Применение пространственных моделей.

6. Проектирование ГИС

Разработка системного ГИС-проекта. Общие вопросы проектирования базы данных ГИС. Инфраструктура пространственных данных. Реализация геоинформационных проектов. Нормативно-правовая база геоинформатики.

7. Интеграция пространственных данных и технологий

ГИС и дистанционное зондирование. ГИС и глобальные сети позиционирования. Телекоммуникационные системы. Web-система. Карты и атласы в компьютерных сетях. Интернет-ГИС.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4

Содержание лабораторных занятий для очно-заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Знакомство с ГИС. Основные структурные элементы ГИС. Общие принципы работы с программным обеспечением	2	2
2	Работа с табличными данными	2	2
2	Создание и редактирование пространственных объектов	2	2

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Привязка растровых изображений. Оцифровка карт	2	2
4	Оверлейные операции. Создание буферных зон	2	2
5	Цифровые модели рельефа .Построение GID и TIN-моделей рельефа местности. 3D визуализация	2	2
5	Пространственный анализ	2	2
7	Обработка данных спутникового зондирования	2	2
6	Самостоятельное практическое задание.	2	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические материалы, включая тест, размещены на образовательной площадке РГГМУ moodle.rshu.ru. Режим доступа: <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=1261>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля – 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий – 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 30.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам, тестирование (при дистанционном формате обучения).

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-2, ПК-3

1. Общие сведения о ГИС. Понятие информационных технологий и информационных систем. Связь понятий информация, данные и знания
2. Общие сведения о ГИС (определение и структура ГИС).
3. Основные этапы развития ГИС
4. Общая характеристика программных ГИС-пакетов
5. Модели данных.
6. Координаты и проекции. Виды координат. Номенклатура и расграфка карт
7. Координаты и проекции. Проекция и проекционные преобразования. Проекция Гаусса-Крюгера
8. Рельеф, как главный компонент ландшафта. Перспективные изображения. Штриховки. Горизонталы

9. Рельеф, как главный компонент ландшафта. Гипсометрические шкалы. Светотеневая пластика
10. Рельеф, как главный компонент ландшафта. Освещенные горизонталы. Блок-диаграммы. Цифровые модели рельефа.
11. Исследования с помощью ГИС. Изучение структуры явлений и процессов
12. Исследования с помощью ГИС. Изучение взаимосвязей между геосистемами, подсистемами и отдельными компонентами
13. Исследования с помощью ГИС. Изучение динамики явлений и процессов
14. Исследования с помощью ГИС. Картографические прогнозы. Надежность исследований по картам
15. Проектирование ГИС. Основные этапы проектирования. Проектирование базы данных
16. Проектирование ГИС. Выполнение географического анализа
17. ГИС и телекоммуникация. Телекоммуникационные системы. Веб-система. Карты и атласы в компьютерных сетях
18. ГИС и телекоммуникация. Картографирование в Интернете. Интернет-ГИС

Перечень практических заданий к экзамену:

ПК-2, ПК-3

1. Распишите подробно, как изменить легенду в зависимости от значения атрибутов (например, в зависимости от численности населения).
2. Как подписать объекты на карте по значениям атрибутов?
3. С помощью какого инструмента можно получить полный экстенд (видеть всю вашу карту на экране)?
4. С помощью какого инструмента выделяются объекты на карте?
5. С помощью какого инструмента снимается выделение объектов на карте?
6. С помощью какого инструмента проводятся измерения на карте?
7. Как можно получить информацию о каком-либо объекте на карте?
8. С помощью какого инструмента можно найти объект на карте?
9. Как поменять единицы измерения на карте и при отображении?
10. Как открыть атрибутивную таблицу?
11. Что происходит на карте, если Вы выделили объекты в таблице?
12. Как отсортировать данные в таблице?
13. С помощью какого инструмента можно получить статистику по полю?
14. Как осуществить поиск в таблице по заданному значению атрибута?
15. Что надо сделать, чтобы в таблице были показаны только выбранные записи?
16. Как добавить атрибутивное поле в таблицу
17. Как переключиться с вида карты на вид компоновки?
18. Какие элементы содержит вид компоновки?
19. Как добавить стрелку севера на компоновку?
20. Как добавить легенду на компоновку?
21. Как добавить сетку на карту в режиме компоновки?
22. Как выполнить масштабирование объекта?
23. Как установить замыкание?
24. Как выполнить поворот объекта на карте?
25. В какой группе инструментов находится инструмент «Буфер»? Опишите, как выполнить процедуру буферизации?
26. В какой группе инструментов находится инструмент «Объединение»? Опишите, как выполнить объединение
27. В какой группе инструментов расположен инструмент «Вырезание»?
28. Как выполнить обрезку раstra (опишите шаги)?
29. Как открыть документ посредством «горячей связи» (гиперссылки)?

30. Что такое гипер-ссылка? Какие типы файлов можно использовать? Как установить «горячую связь» (гиперссылку)?
31. Опишите подробно, как добавить на карту объекты по известным координатам (представленным в файле текстового формата или формата Excell)?
32. Опишите поэтапно шаги вырезания одной темы посредством другой темы?
33. С помощью какого инструмента выполняется слияние слоев? Какие параметры задаются при слиянии слоев?
34. Что такое ЦМР? Какие два вида представления ЦМР используются в геоинформатике? Чем они отличаются?
35. Что такое TIN-поверхность? Какие панели инструментов необходимо добавить, для того чтобы редактировать созданную TIN-поверхность?
36. Как получить график профиля по имеющейся TIN-поверхности?
37. Как экспортировать график профиля в файлы другого формата (excel, txt и др.)?
38. Как выполнить редактирование TIN-поверхности (переставить ребра)? Какие инструменты, из какой панели используются?
39. Опишите пошагово, как построить GRID-поверхность?
40. С помощью какого инструмента выполняется интерполяция?
41. Опишите, как построить изолинии, имея поверхность.
42. В каком разделе находится инструмент, служащий для сглаживания изолиний?
43. Как выполнить отмывку рельефа имея поверхность?
44. Как сделать изображение более рельефным?

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Опрос на лекции	0-15
Выполнение лабораторной работы (9 работ по 5 баллов)	0-45
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 60 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 6

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Моделирование экологических процессов с применением геоинформационных систем».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В. Геоинформационные системы и технологии. – СПб, изд. РГГМУ, 2010. – 173 с. Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504180119.pdf
2. Куракина Н.А. Организация и обработка информации в геоинформационных системах. – СПб, изд. РГГМУ, 2015. – 78 с. Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_78b6f5d39b3a474b98a4e84e0b7ab2ad.pdf
3. Решин Н.А., Баймаганбетов А.Е., Гайдукова Е.В. Руководство по созданию топографических карт в помощь при выполнении ВКР. – СПб, изд. РГГМУ, 2020. – 108 с. Электронный ресурс: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_9fb9aeb1a0a64c7eab0448b054fddff9.pdf

Дополнительная литература

1. Геоинформатика / Под ред. В.С, Тикунова. Кн. 1. – М.: Издательский центр «Академия», 2010 – 394 с.
2. Геоинформатика / Под ред. В.С, Тикунова. Кн. 2. – М.: Издательский центр «Академия», 2010 – 429 с.
3. Третьяков В.Ю., Селезнева Д.Е. Применение геоинформационных систем в геоэкологических исследования. Часть 1. ArcView 3.2. – СПб.: изд. РГГМУ-208 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт научно-аналитического журнала «Информационное общество». Режим доступа: <http://www.infosoc.iis.ru/>
2. Энциклопедия информационного общества. Режим доступа: <http://wiki.iis.ru/>
3. Геоинформационные системы для бизнеса и общества. Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/>
4. Справочная библиотека ArcGIS. . Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.2/index.html#/na/00qn0000001p000000>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)
3. Программное обеспечение ArcGIS
4. Программное обеспечение QGIS

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс;
2. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
4. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС «Перспектив Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
6. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
7. Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>

4. База данных Web of Science
5. База данных Scopus

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: компьютерами для студентов и преподавателя.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Бюро гидрологических прогнозов – укомплектовано специализированной мебелью

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры инженерной гидрологии от 21.06.2022 № 11