

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Казахстанский филиал**

Утверждено
Решением Ученого совета
Казахстанского филиала МГУ
от «30» августа 2024г.
протокол № 1
Директор
Казахстанского филиала МГУ


A.B. Сидорович

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

по направлению подготовки **05.04.06 Экология и природопользование** уровня
магистратуры с присвоением квалификации (степени) магистра
профиль: Управление низкоуглеродным развитием городов и регионов

Астана, 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартам по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользования, утвержденным решением Ученого совета МГУ от 28.12.2020г. протокол № 7.

Год начала подготовки: 2024, 2025

© Географический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова

© Казахстанский филиал МГУ имени М. В. Ломоносова

*Программа не может быть использована другими подразделениям
и университета и другими вузами без разрешения факультета и филиала*

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является формирование у магистрантов знаний современных методов предварительной обработки, анализа информации, интерпретации его результатов, для использования в сфере экологии и природопользования, а также навыков работы в геоинформационных системах и программных комплексах, реализующих статистическую обработку информации.

Задачами освоения дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» является:

- Знакомство с основными понятиями, терминами, положениями, используемыми в ходе предварительной обработки и анализа данных в экологии и природопользовании;
- Овладение навыками подбора исходных данных для исследования статистическими методами и с использованием компьютерных технологий с учетом целей, задач исследования, а также допустимого уровня неопределенности;
- Знакомство с принципами работы основных геопорталов и агрегаторов геопространственных данных;
- Освоение принципов работы современных геоинформационных систем;
- Овладение правилами статистической обработки анализа данных
- Знакомство с базовыми принципами моделирования геоэкологических процессов с использованием компьютерных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина "Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании" изучается в 1 и 2 семестре на 1 курсе у магистрантов направления подготовки «Управление природопользованием». Для освоения дисциплины магистрант должен знать фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для статистической обработки информации и анализа данных; иметь навыки использования стандартных офисных программных средств; обладать умением создавать простейшие базы данных и использовать ресурсы интернета. Изучение данного курса позволит будущим магистрам осуществлять компетентный подбор исходных данных с учётом целей и объекта исследования, производить предварительную обработку данных, выбирать оптимальные методы анализа, визуализировать его результаты и оценивать потенциальное влияние внешних факторов на результат. Курс предполагает проведение практических занятий с использованием современных геоинформационных систем и программных комплексов, используемых при проведении статистического анализа.

Полученные в результате освоения курса навыки и знания могут будут использоваться магистрантами в ходе выполнения научно-исследовательских работ в рамках подготовки магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1 перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины или прохождения практики.

Компетенции выпускников	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с компетенциями
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять	<i>Знать:</i> источники неопределённости и смещения в эколого-географических данных; типы данных (номинальные, порядковые, интервальные), пропуски и выбросы; основы проверки гипотез и оценки тенденций.

методологию научного познания в профессиональной деятельности.	<p>Уметь: формулировать исследовательские вопросы/гипотезы; выбирать адекватные статистические тесты и модели (корреляция, регрессия, логистическая регрессия) и интерпретировать результаты в контексте задачи.</p> <p>Владеть: приёмами критической оценки карт и графиков; протоколами воспроизведимого анализа (скрипты в R); базовыми процедурами предобработки данных.</p>
<p>ОПК-3. Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: основы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ); радиометрические свойства и атмосферную коррекцию; методы дешифрирования (визуальные/автоматические); сравнение разновременных снимков.</p> <p>Уметь: выполнять калибровку/коррекцию снимков; рассчитывать индексы; подбирать/оценивать эталоны; применять классификации с/без обучения; готовить каталог эталонов.</p> <p>Владеть: методиками оценки качества (матрица ошибок, AUC, κ); обработкой временных рядов; документированием методики ДЗЗ.</p>
<p>ОПК-5. Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.</p>	<p>Знать: виды пространственных данных; структуры ГИС; системы координат и геопривязку; базовые/тематические источники геоданных.</p> <p>Уметь: выполнять операции с векторными/растровыми и атрибутивными данными; визуализацию, компоновку и печать карт; обмен данными между ГИС; наложение слоёв, буферы, зональную статистику; моделирование в ModelBuilder.</p> <p>Владеть: инструментами пространственного анализа (Analysis Tools, Spatial Analyst) и устойчивыми пайплайнами «данные → анализ → карта/отчёт» в ArcGIS/QGIS.</p>
<p>ПК-1. Способен формулировать проблемы и задачи научного исследования в области экологии и природопользования, обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний,</p>	<p>Знать: этапы эколого-географического исследования; требования к презентативности и воспроизводимости; источники базовых/тематических данных и статистических рядов.</p>

формулировать выводы и рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований.	<p><i>Уметь:</i> проектировать дизайн исследования в ГИС/ДЗЗ; собирать и готовить данные; строить и верифицировать модели в Р/ГИС; интерпретировать результаты и ограничения; оценивать точность и неопределенность.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками подготовки полного исследовательского пакета (данные, скрипты, модели, карты, пояснительная записка).</p>
<p>ПК-8. Способен к экспертно-аналитической деятельности в сфере экологии и природопользования, планированию и выполнению профильных прикладных исследований с использованием современных подходов и методов.</p>	<p><i>Знать:</i> современные подходы пространственного моделирования и прогнозирования изменений (в т.ч. Molusce); принципы зональной статистики, анализа близости и растровых вычислений.</p> <p><i>Уметь:</i> планировать и выполнять прикладной анализ (моделирование пригодности, прогноз изменений землепользования/покрова); готовить кратографические продукты и аналитические записи для стейкхолдеров.</p> <p><i>Владеть:</i> полными последовательностями действий с использованием ГИС + ДЗЗ + статистическая обработка для экспертных заключений и прикладных проектов.</p>

3.2 Форма проведения учебных занятий по дисциплине

Вид работы	Трудоемкость (в академических часах)
Общая трудоемкость	108
Аудиторная работа:	60
Лекции	
Семинары	60
Лабораторные работы	
Самостоятельная работа:	48
Курсовой проект, курсовая работа	
Расчетно-графическое задание	20
Решение задач	
Написание реферата	10
Написание эссе	
Самостоятельное изучение разделов	
Контрольная работа	
Подготовка к тестированию	
Подготовка к коллоквиуму	
Подготовка к устному или письменному ответу по темам дисциплины	10

Вид работы	Трудоемкость (в академических часах)
Обработка библиографических данных	
Подготовка докладов по теме дисциплины	
Подготовка презентаций по теме дисциплины	
Индивидуальное собеседование	
Составление конспекта научных работ по теме дисциплины	
Составление опорных конспектов по теме	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	6
Подготовка и сдача экзамена/зачета	2
Вид промежуточного контроля (зачет/экзамен)	Зачет (1 семестр), экзамен (2 семестр)

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, **108** час.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	С е м е с т р	Н е д е л я с е м е с т р а	Контактная работа (работа во взаимодействии и с преподавателе м). Виды работы, часы.			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				л е к ц и я	с е м и н а р	С Р М	
1	Введение. Общие сведения об особенностях применения компьютерных технологий и статистических методов в экологии и природопользовании.	1	1		2	2	Дискуссия
2	Тема 1. Виды и характеристики исходных данных, используемых для пространственного и статистического анализа	1	2		1	1	Проверка качества выполнения практических работ, проверка реферата

3	Тема 2. Источники базовых пространственных данных в векторном и растровом форматах	1	2-3		2	2	Проверка качества выполнения практических работ.
4	Тема 3. Источники тематических пространственных данных в векторном и растровом форматах	1	3-4		2	2	Проверка качества выполнения практических работ.
5	Тема 4. Источники непространственных данных для использования в геоэкологических исследованиях	1	4		1	1	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
6	Тема 5. Общие сведения о геоинформационных системах и пространственных данных.	1	5		2	2	Проверка качества выполнения практических работ.
7	Тема 6. Операции с векторными данными в ГИС.	1	6-7		4	4	Проверка качества выполнения практических работ.
8	Тема 7 Визуализация пространственных данных в ГИС	1	8		2	2	Проверка качества выполнения практических работ.
9	Тема 8. Подготовка картографического изображения к печати и верстке средствами ГИС.	1	9		2	2	Проверка качества выполнения практических работ.
10	Тема 9. Средства пространственного анализа в ГИС.	1	10-11		4	2	Проверка качества выполнения практических работ.
11	Тема 10. Специальные модули в ГИС на примере «Spatial analyst tools»	1	12-13		4	2	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
12	Тема 11. Обмен данными между различными ГИС	1	14		2	2	Проверка качества выполнения

						практических работ. Контрольная работа.	
13	Тема 12. Применение модуля «Model Builder» для пространственного анализа, моделирования и автоматизации процессов в среде ArcGIS	1	15-16		4	2	Проверка качества выполнения практических работ.
14	Тема 13. Применение пакета Mollusce для прогнозирования в среде QGIS	1	17-18		4	2	Проверка качества выполнения практических работ. Проверка рефератов. Контрольная работа.
	Форма промежуточного контроля						зачет
15	Итого 1 семестр				36	28	64
16	Тема 14. Общие вопросы дистанционного зондирования Земли	2	1-3		6	6	Проверка качества выполнения практических работ. Проверка рефератов.
17	Тема 15. Свойства и предварительная обработка материалов аэрокосмической съемки	2	4-5		4	2	Проверка качества выполнения практических работ.
18	Тема 16. Дешифрирование материалов аэрокосмической съемки	2	6-7		4	2	Проверка качества выполнения практических работ.
19	Тема 17. Исследование динамических процессов с использованием разновременных снимков	2	8		2	2	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
20	Тема 18. Базовые понятия статистического анализа данных	2	9		1	2	Проверка качества выполнения практических работ.

						Проверка рефератов.	
21	Тема 19. Типы данных в статистическом анализе	2	9		1	2	Проверка качества выполнения практических работ.
22	Тема 20. Одномерные данные. Оценка тенденций	2	10-11		4	2	Проверка качества выполнения практических работ.
23	Тема 21. Анализ связей	2	12		2	2	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
	Форма промежуточного контроля						экзамен
	Итого: 2 семестр				24	20	44
	Всего за год				60	48	108

4.2. Содержание дисциплины «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании»

Введение. Общие сведения об особенностях применения компьютерных технологий и статистических методов в экологии и природопользовании.

Раздел 1. Принципы выбора источников исходных данных для исследований в области экологии и природопользования

Тема 1. Виды и характеристики исходных данных, используемых для пространственного и статистического анализа. Способы получения данных. Генеральная совокупность и выборка. Принципы создания выборки. Повторность и рандомизация. Оптимальный размер выборки. Характеристики выборки. Влияние внешних факторов на исходные данные. Исходные данные и неопределенность.

Задания для самостоятельной работы:

1. Решение задач по определению оптимального размера выборки.
2. Подготовка рефератов по тематике выбора источников исходных данных для исследований в области экологии и природопользования.

Тема 2. Источники базовых пространственных данных в векторном и растровом форматах. Базовые наборы данных к полнофункциональным ГИС (ESRI Data, ArcData). Natural Earth data (масштабы 100 млн., 50 млн., 10 млн.). Digital chart of the world (DCW) и VMAP (Vector smart map) VMAP0, VMAP1. OSM (OpenStreetMap).

Административно-территориальное деление стран мира GADM.

Цифровые модели рельефа и их производные.

Задания для самостоятельной работы:

Загрузка базовых пространственных данных с использованием онлайн-геопорталов.

Тема 3. Источники тематических пространственных данных в векторном и растровом форматах. Производные морфометрические и гидрологические модели (HydroSHEDS, WRI Major Watersheds of the World Delineation, Карты ландшафтных покровов (Landcover и Landuse), Данные о состоянии

биоразнообразия. Базы данных, касающиеся ООПТ. Данные о состоянии климатической системы. Социально-экономические данные. Данные проекта GEO.

Задания для самостоятельной работы:

1. Загрузка тематических пространственных данных с использованием онлайн-геопорталов.

Тема 4. Источники непространственных данных для использования в геоэкологических исследованиях. Принципы использования статистической информации в экологии и природопользовании. Принципы работы с временными рядами данных. Электронные базы данных агентства по статистике Республики Казахстан.

Задания для самостоятельной работы:

1. Работа с международными базами данных статистической информации, а также с интернет-порталами агентств и комитетов по статистике Республики Казахстан, Российской Федерации и др. государств.

Раздел 2. Геоинформационные системы в экологии и природопользовании

Тема 5. Общие сведения о геоинформационных системах и пространственных данных. Виды пространственных данных. Растворные данные. Векторные данные. Атрибутивные данные. Современные свободные и проприетарные ГИС. Структура ПК "ArcGIS": модули, базовые и дополнительные наборы инструментов. Системы координат. Географические системы координат. Проектированные системы координат. Выбор оптимальной системы координат в зависимости от задач и объекта исследования. Пространственная привязка.

Задания для самостоятельной работы:

1. Осуществление пространственной привязки данных средствами ПК «ArcGIS»;
2. Операции с системами координат в ПК «ArcGIS».
3. Подготовка рефератов по тематике возможностей современных ГИС в экологических исследованиях.

Тема 6. Операции с векторными данными в ГИС. Шейпфайлы. Создание. Свойства. Редактирование. графической и атрибутивной информации. Выборка по расположению. Базовые операции с атрибутивными таблицами. Операции выборки по атрибуту. Калькулятор атрибутов. Импорт атрибутивных таблиц. Рекомендации по ведению внешних баз данных.

Задания для самостоятельной работы:

1. Создание векторных пространственных данных в ПК «ArcGIS»;
2. Принципы работы с атрибутивной информацией в ПК «ArcGIS».
3. Операции выборки в ПК «ArcGIS».

Тема 7. Визуализация пространственных данных в ГИС. Визуализация способом значков. Визуализация способом линейных символов. Визуализация качественным и количественным фоном; отображение картограмм и картодиаграмм. Многоуровневые символы визуализации пространственных данных. Классификация методом равного интервала. Классификация методом заданного интервала. Классификация методом геометрически возрастающего интервала. Классификация по естественным границам. Трехмерное отображение данных.

Задания для самостоятельной работы:

1. Способы визуализации пространственных данных средствами ПК «ArcGIS».

Тема 8. Подготовка картографического изображения к печати и верстке средствами ГИС. Вид данных и вид компоновки. Отображение основных элементов карты: названия, перечня условных обозначений, указателей направления, указателей масштаба. Настройка отображения сетки. Настройка параметров компоновки. Многостраницчная компоновка. Изменение параметров печати. Печать картографического изображения.

Задания для самостоятельной работы:

1. Компоновка и печать картографического изображения средствами ПК «ArcGIS».

Тема 9. Средства пространственного анализа в ГИС. Операции извлечения пространственных объектов из слоя; Операции выборки в слое; Операции наложения слоев; Операции извлечения характеристик близости; Операции пространственной статистики.

Задания для самостоятельной работы:

1. Пространственный анализ с использованием модуля «Analysis Tools».

Тема 10. Специальные модули в ГИС на примере «Spatial Analyst Tools».

Построение растровых поверхностей на основе цифровых моделей рельефа: растры уклонов, экспозиции, кривизны склона, зон видимости. Построение изолиний высот. Построение растров расстояния и стоимостного расстояния. Инструменты генерализации. Растровый калькулятор. Операции зональной статистики.

Задания для самостоятельной работы:

1. Применение основных функций модуля «Spatial Analyst Tools» ПК «ArcGIS»

Тема 11. Обмен данными между различными ГИС. Импорт картографических изображений, предоставленных ГИС «Google Earth». Импорт атрибутивной информации. Экспорт картографических изображений. Экспорт атрибутивной информации.

Задания для самостоятельной работы:

Импорт базовых пространственных данных в ПК «ArcGIS».

Раздел 3. Моделирование геоэкологических процессов в ГИС

Тема 12. Применение модуля «Model Builder» для пространственного анализа, моделирования и автоматизации процессов в среде «ArcGIS». Режим редактирования и режим запуска. Входные данные. Операции. Выходные данные. Настройка связей. Переменные. Параметры модели. Итераторы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Моделирование пригодности территории для различных видов природопользования с использованием ПК «ArcGIS».

Тема 13. Применение пакета «Molusce» для прогнозирования в среде QGIS.

Схема работы пакета «Molusce». Поиск изменений («Change Detection»). Оценка вклада факторов в формирование изменений. Построение карт вклада факторов. Прогноз изменений. Оценка качества прогноза.

Задания для самостоятельной работы:

1. Прогноз изменений землепользования на примере региона Республики Казахстан с использованием пакета «Molusce».

Раздел 4. Аэрокосмические методы в экологии и природопользовании

Тема 14. Общие вопросы дистанционного зондирования Земли. ДЗЗ: виды, принципы, преимущества, недостатки. Электромагнитный спектр. Оптические характеристики объектов земной поверхности. Спектрометрирование. Методы регистрации излучения. Влияние атмосферы на регистрируемое излучение. Съемочная аппаратура и ее носители. Мировой фонд снимков.

Задания для самостоятельной работы:

1. Сравнительный анализ характеристик данных дистанционного зондирования, доступных для использования в экологических исследованиях.
2. Подготовка рефератов по тематике инноваций в сфере дистанционного зондирования.

Тема 15. Свойства и предварительная обработка материалов аэрокосмической съемки. Радиометрические свойства снимков. Искажения. Причины искажений, источники ошибок. Радиометрическая калибровка и атмосферная коррекция. Создание производных изображений: синтез спектральных каналов, вычисление индексов, квантование).

Задания для самостоятельной работы:

1. Атмосферная коррекция и радиометрическая калибровка данных дистанционного зондирования.
2. Создание производных изображений на основании данных дистанционного зондирования.

Тема 16. Дешифрирование материалов аэрокосмической съемки. Визуальное дешифрирование. Дешифровочные признаки (прямые и косвенные). Индикационное дешифрирование. Автоматическое дешифрирование. Классификация с обучением и без обучения. Правила подбора эталонов. Технологические схемы дешифрирования.

Задания для самостоятельной работы:

1. Подготовка каталога эталонов дешифрирования.
2. Использование методов автоматического дешифрирования.

Тема 17. Исследование динамических процессов с использованием разновременных снимков. Ограничения методов сравнения разновременных снимков. Необходимость учета сезонных различий. Технологические схемы сравнения разновременных снимков.

Задания для самостоятельной работы:

1. Выявление сезонных различий методом вычитания.

Раздел 5. Статистический анализ данных в экологии и природопользовании

Тема 18. Базовые понятия статистического анализа данных.

Задания для самостоятельной работы:

1. Подготовка рефератов по вопросам применения статистического анализа в экологических исследованиях.

Тема 19. Типы данных в статистическом анализе. Интервальные данные. Шкальные данные. Номинальные данные. Вторичные данные. Пропущенные данные и выбросы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Предварительная обработка данных различных типов средствами ПК «R».

Тема 20. Одномерные данные. Оценка тенденций. Способы оценки тенденций. Ошибочные данные. Одномерные статистические данные.

Задания для самостоятельной работы:

1. Оценка тенденций средствами ПК «R».

Тема 21. Анализ связей. Двумерные данные. Статистические тесты. Статистические гипотезы. Статистические ошибки. Тестирование двух выборок. Анализ соответствия. Анализ корреляций. Регрессионный анализ. Логистическая регрессия.

Задания для самостоятельной работы:

1. Корреляционный и регрессионный анализ средствами ПК «R».

4.4. Аннотация программы

Курс «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании» предназначен для освоения навыков использования современных информационных технологий на всех этапах географических исследований: при сборе и предварительной обработке данных, при проведении статистического и

пространственного анализа, визуализации его результатов и оценке неопределенностей. В рамках курса предполагается освоение таких программ, как «ArcGIS», «QGIS», «GRASS GIS», «SAS Planet», «R». Полученные в результате освоения курса навыки и знания могут быть использоваться магистрантами в ходе выполнения научно-исследовательских работ в рамках подготовки магистерской диссертации.

5. Рекомендуемые образовательные технологии.

В процессе изучения дисциплины реализуется семинарско-зачетная система обучения, самостоятельная работа магистрантов, система промежуточного и итогового контроля. Проведение семинаров, предполагает выполнение индивидуальных и групповых докладов, дискуссий, проведении расчетов и картографирования с использованием геоинформационных систем.

6. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

6.1.Формы текущего контроля успеваемости по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Компетенции	Виды текущего контроля
1	Введение. Общие сведения об особенностях применения компьютерных технологий и статистических методов в экологии и природопользовании.	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Дискуссия
2	Тема 1. Виды и характеристики исходных данных, используемых для пространственного и статистического анализа	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ, проверка реферата
3	Тема 2. Источники базовых пространственных данных в векторном и растровом форматах	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
4	Тема 3. Источники тематических пространственных данных в векторном и растровом форматах	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
5	Тема 4. Источники непространственных данных для использования в геоэкологических исследованиях	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
6	Тема 5. Общие сведения о геоинформационных системах и пространственных данных.	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
7	Тема 6. Операции с векторными данными в ГИС.	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.

8	Тема 7. Визуализация пространственных данных в ГИС	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
9	Тема 8. Подготовка картографического изображения к печати и верстке средствами ГИС.	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
10	Тема 9. Средства пространственного анализа в ГИС.	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
11	Тема 10. Специальные модули в ГИС на примере «Spatial analyst tools»	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
12	Тема 11. Обмен данными между различными ГИС	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
13	Тема 12. Применение модуля «Model Builder» для пространственного анализа, моделирования и автоматизации процессов в среде ArcGIS	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
14	Тема 13. Применение пакета Mollusce для прогнозирования в среде QGIS	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Проверка рефератов. Контрольная работа. Зачет.
15	Итог 1 семестра		зачет
16	Тема 14. Общие вопросы дистанционного зондирования Земли	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Проверка рефератов.
17	Тема 15. Свойства и предварительная обработка материалов аэрокосмической съемки	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
18	Тема 16. Дешифрирование материалов аэрокосмической съемки	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
19	Тема 17. Исследование динамических процессов с использованием разновременных снимков	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.
20	Тема 18. Базовые понятия статистического анализа данных	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Проверка рефератов.

21	Тема 19. Типы данных в статистическом анализе	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
22	Тема 20. Одномерные данные. Оценка тенденций	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ.
23	Тема 21. Анализ связей	УК-1; ОПК-3; ОПК-5; ПК-1; ПК-8	Проверка качества выполнения практических работ. Контрольная работа.

6.2. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы магистрантов

Методические указания к семинару 1 по теме «Виды и характеристики исходных данных; выборка и неопределённость»

Обсудите типы данных (пространственные/непространственные; вектор/растр; непрерывные/дискретные), репрезентативность и смещения выборки, источники неопределённости (измерительная, выборочная, модельная). Уточните, когда требуется стратифицированная/кластерная выборка и как рассчитывается объём выборки для заданной точности.

Выполните мини-проект: (1) сформируйте дизайн выборки для оценки показателя (например, плотности растительности) на учебном полигоне; (2) рассчитайте требуемый объём выборки для доверительного интервала 95%; (3) оформите односторонний протокол дизайна (цель, генеральная совокупность, метод отбора, риски смещений) и таблицу расчётов (CSV/Excel).

Методические указания к семинару 2 по теме «Источники базовых пространственных данных»

Разберите критерии качества базовых слоёв (масштаб/разрешение, актуальность, лицензия, топология, проекция). Потренируйтесь сопоставлять охват и точность слоёв Natural Earth, OSM, GADM, ЦМР (SRTM/ALOS) для разных задач.

Подготовьте «базовый пакет региона»: скачайте административные границы, гидографию, дорожную сеть, ЦМР; приведите данные к одной проекции; проверьте топологию. Сдайте: проект QGIS/ArcGIS, папку с данными (GeoPackage/SHAPE+PRJ), метаданные (TXT/MD) с указанием источника/даты/лицензии.

Методические указания к семинару 3 по теме «Источники тематических пространственных данных»

Сопоставьте тематические наборы: land cover/use, охраняемые территории, биоразнообразие, климатические и социально-экономические слои. Оцените соответствие масштабу задачи, согласование легенд и классификаций, типичные артефакты.

Соберите 2–3 тематических слоя для выбранной темы (например, земли сельхозназначения, ООПТ, климатические нормы); создайте карточки источников (формат, разрешение, период, известные ограничения) и карту-обзор (A4 PDF) с легендой и списком источников.

Методические указания к семинару 4 по теме «Непространственные данные и временные ряды»

Разберите частоту наблюдений, пропуски, сезонность/тренд, согласование статистики с пространственными единицами (JOIN по коду/названию).

Скачайте ряд из открытой статистики (например, ежегодные выбросы/урожайность/численность) и подготовьте: (1) чистый CSV (описание полей), (2)

краткий отчёт (1–2 стр.) о чистке данных (пропуски/аномалии), (3) график тренда и сезонности (PNG/PDF).

Методические указания к семинару 5 по теме «Основы ГИС и пространственных данных»

Дайте обзор типов данных (растровые/векторные/атрибутивные), свободных и проприетарных ГИС, модульной структуры, систем координат (географические/проектированные), выбора оптимальной проекции и принципов пространственной привязки.

Создайте учебный проект: импортируйте базовые слои, задайте единую проекцию, настройте каталожную структуру. Сдайте: проект (.qgz/.aprxF), README с описанием CRS/единиц, скриншот карты-обзора.

Методические указания к семинару 6 по теме «Операции с векторными данными»

Шейпфайлы: создание, структура, редактирование геометрии/атрибутов; выборка по расположению/атрибутам; калькулятор полей; принципы ведения внешних БД и импорта таблиц.

Смоделируйте кейс: «Определение участков с ограничениями природопользования». Выполните выборки по нескольким критериям, рассчитайте показатель на единицу площади, экспортируйте результат в GeoPackage с корректными кодировками; приложите скриншоты ключевых шагов.

Методические указания к семинару 7 по теме «Визуализация пространственных данных»

Отработайте символизацию точек/линий/полигонов, качественные и количественные фоны; классификации (равные интервалы, заданные интервалы, геометрически возрастающие, естественные границы), 3D-отображение. Обсудите выбор палитр и легенд. Подготовьте демонстрационный набор карт (минимум 3) одного показателя, визуализированного разными методами классификации; сравните читабельность/искажения. Сдайте: 3 PDF А4, таблицу критериев выбора классификации и краткие выводы (½ страницы).

Методические указания к семинару 8 по теме «Компоновка и печать карт»

Компоновать карту: название, легенда, стрелка направления, шкала, сетка, поля, многостраничная верстка; параметры печати/экспорта.

Сверстайте итоговую карту выбранной темы в двух форматах (для экрана и для печати). Сдайте: PDF (300 dpi), PNG (экран), и лист описания (что показано, единицы, дата, источники).

Методические указания к семинару 9 по теме «Средства пространственного анализа»

Извлечение объектов, наложение слоёв, анализ близости, пространственная статистика. Сопоставьте задачу и инструмент, оцените предпосылки и ограничения.

Решите мини-кейс «Экологические риски в буфере 2 км от рек»: постройте буферы, пересечения с землепользованием, сводную таблицу площадей по классам; сдайте карту результата и таблицу (CSV) с методическим описанием (10–12 предложений).

Методические указания к семинару 10 по теме «Spatial Analyst Tools»

Работа с ЦМР: уклон, экспозиция, кривизна, зоны видимости; изолинии, карты расстояний/стоимостного расстояния, генерализация, растровый калькулятор, зональная статистика.

Примените ключевые функции Spatial Analyst к выбранной территории и сравните альтернативные настройки. Сдайте итоговые раstra(ы), скриншоты параметров и краткую записку о чувствительности результата.

Методические указания к семинару 11 по теме «Обмен данными между ГИС»

Импорт из Google Earth, перенос атрибутов, экспорт карт и таблиц; совместимость форматов и кодировок.

Импортируйте базовые данные в ArcGIS и выполните двусторонний обмен (вектор/таблицы). Сдайте краткую памятку ($\frac{1}{2}$ стр.) о типовых потерях и способах их избежать.

Методические указания к семинару 12 по теме «Model Builder: анализ и автоматизация»

Построение моделей: входные/выходные данные, операции и связи, переменные/параметры, итераторы; пакетка и повторное использование моделей.

Реализуйте модель оценки пригодности территории для выбранного вида природопользования (схема, модель, результат). Сдайте файл модели, инструкцию запуска (шаги и параметры) и итоговые слои.

Методические указания к семинару 13 по теме «Molusce (QGIS) для прогнозирования»

Схема работы Molusce: выявление изменений (Change Detection), оценка вклада факторов, карты вклада, прогноз и проверка качества.

Постройте прогноз изменений землепользования по региону РК и оцените качество прогноза (ошибки/матрица). Сдайте карты факта/прогноза и краткий анализ причин ошибок (до 1 стр.).

Методические указания к семинару 14 по теме «Общие вопросы дистанционного зондирования (ДЗЗ)»

Типы съёмки, ЭМ-спектр, оптические свойства объектов, спектрометрирование, аппаратура/носители, атмосферные влияния; фонд снимков.

Сравните характеристики доступных данных ДЗЗ для экологических задач; подготовьте реферат (3–4 стр.) об инновациях в ДЗЗ и применимости для вашей темы.

Методические указания к семинару 15 по теме «Свойства и предварительная обработка ДЗЗ»

Радиометрические свойства и искажения, причины ошибок; радиометрическая калибровка/атм. коррекция; производные изображения (синтез каналов, индексы, квантование).

Выполните атм. коррекцию/калибровку выбранного снимка и рассчитайте 1–2 производных показателя (например, NDVI/NBR). Сдайте карту «до/после» и короткое объяснение отличий.

Методические указания к семинару 16 по теме «Дешифрирование материалов съёмки»

Визуальное и автоматическое дешифрирование; признаки (прямые/косвенные), индикаторы; классификации с/без обучения; правила подбора эталонов; технологические схемы.

Подготовьте каталог эталонов и выполните автоматическую классификацию для тестового участка. Сдайте классовую карту, матрицу ошибок и краткие выводы о качестве.

Методические указания к семинару 17 по теме «Динамика по разновременным снимкам»

Ограничения сравнения разновременных данных; учёт сезонных различий; технологические схемы сравнения (разности, индексы, стабилизация освещённости).

Определите сезонные различия методом вычитания и прокомментируйте риски неверной интерпретации. Сдайте карту изменений и список рекомендаций по улучшению процедуры.

Методические указания к семинару 18 по теме «Базовые понятия статистики»

Ключевые термины и этапы статистического анализа в экологии; роль описательной статистики и проверок гипотез; связь статистики и ГИС-результатов.

Подготовьте короткий реферат (2–3 стр.) о применении статистики в экологических исследованиях (примеры задач/метрик) и набор иллюстраций (гистограммы/ящики с усами).

Методические указания к семинару 19 по теме «Типы данных; пропуски и выбросы»

Интервальные/школьные/номинальные/вторичные данные; обработка пропусков и выбросов; подготовка к анализу в R.

Выполните предварительную обработку разнотипных данных в R (скрипт + краткие комментарии). Сдайте «до/после» таблицу и описание принятых решений.

Методические указания к семинару 20 по теме «Одномерные данные и оценка тенденций»

Методы оценки трендов и устойчивости показателей; работа с ошибочными наблюдениями; визуализация одномерных рядов.

Рассчитайте и сравните тренды выбранных показателей в R; обсудите чувствительность к выбросам. Сдайте графики, таблицу коэффициентов и короткие выводы.

Методические указания к семинару 21 по теме «Анализ связей и регрессионные методы»

Двумерные данные, статистические гипотезы и ошибки; тестирование двух выборок; анализ соответствия/корреляций; регрессия (в т.ч. логистическая).

Выполните корреляционный и регрессионный анализ в R для предоставленного набора; представьте таблицу результатов и графики (скрипт + краткая интерпретация).

6.3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации (зачет)

Примерный перечень контрольных вопросов

Раздел 1:

1. Что такое генеральная совокупность?
2. Что такое выборка?
3. Какие характеристики выборки следует учитывать в географических исследованиях?
4. Что такое неопределенность?
5. Что такое базовые пространственные данные?
6. Что такое тематические пространственные данные?
7. Перечислите источники пространственных данных о рельефе земной поверхности.
8. Что такое цифровые модели рельефа?
9. Перечислите источники электронных топографических карт.
10. В чем особенность геопортала OpenStreetMap
11. Перечислите источники пространственной информации о гидрологических характеристиках территории.
12. Перечислите источники пространственной информации о состоянии биоразнообразия
13. Перечислите источники пространственной информации о состоянии климатической системы
14. Перечислите источники пространственной информации об особых охраняемых природных территориях

15. Перечислите источники пространственной информации о социально-экономических характеристиках

16. Какие разделы, пригодные для использования в экологических исследованиях, присутствуют в электронном каталоге данных Агентства по статистике Республики Казахстан?

Раздел 2:

17. Что такое геоинформационная система?
18. Каковы преимущества свободных (бесплатных) ГИС?
19. Каковы преимущества проприетарных ГИС?
20. Каковы недостатки свободных (бесплатных) ГИС?
21. Каковы недостатки проприетарных ГИС?
22. Из каких компонентов состоит программный комплекс ArcGIS?
23. Что такое система координат?
24. Какие типы систем координат присутствуют в ПК «ArcGIS»?
25. В чем отличие между проецированными и географическими системами координат?
26. В чем отличие между инструментами «Define Projection» и «Project» в ПК «ArcGIS»?
27. Что такое шейпфайл?
28. Какие существуют форматы векторных данных, пригодных для работы в ГИС?
29. Какие существуют форматы растровых данных, пригодных для работы в ГИС?
30. В чем отличие выборки по атрибуту и выборки по расположению?

Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

31. Какие виды классификации пространственных данных применяются для формирования цветовых шкал при визуализации пространственных данных?

32. В чем отличие классификации методом равного интервала и заданного интервала?

33. В чем отличие между операциями пространственного объединения и пересечения слоев?

34. Что такое построение буферных зон?

35. Что такое изолинии?

36. Что такое генерализация?

37. Опишите принцип работы инструмента «Majority Filter».

Раздел 3:

38. Каково пространственное разрешение съемочных систем, установленных на спутника «Landsat 8»?

39. Что такое радиометрическая калибровка?

40. Что такое атмосферная коррекция?

41. Какие виды дешифровочных признаков вы знаете?

42. Приведите примеры прямых дешифровочных признаков.

43. Приведите примеры косвенных дешифровочных признаков.

44. В чем отличие между автоматической классификацией с обучением и автоматической классификацией без обучения?

45. Что такое дешифровочный эталон?

46. Какими характеристиками должен обладать дешифровочный эталон?

47. Какие операции перед сравнением разновременных снимков?

48. Какие процессы могут быть выявлены с использованием разновременных снимков?

Раздел 4:

49. Какие характеристики учитывает модуль “Molusce” при прогнозировании?
 50. Как осуществляется оценка качества прогноза в модуле “Molusce”?
 51. Что такое Change Detection”?
 52. Каковы сферы применения модуля “Model Builder”?

Раздел 5:

53. Что такое интервальные данные?
 54. Что такое шкальные данные?
 55. Что такое номинальные данные?
 56. Что такое вторичные данные?
 57. Что такое статистические выбросы?
 58. Что такое корреляция?
 59. Что такое статистическая гипотеза?
 60. Что такое регрессионный анализ?
 61.

Тесты текущего контроля знаний по дисциплине

Компетенция	Вопрос с вариантами ответов
УК-1.	К какому типу шкалы относится оценка «низкий–средний–высокий риск»? A) Номинальная B) Порядковая C) Интервальная D) Отношений
УК-1.	Какой показатель устойчивее к выбросам при оценке центра распределения? A) Среднее арифметическое B) Среднеквадратическое отклонение C) Медиана D) Размах
УК-1.	Какая формулировка корректно описывает проверку тенденции временного ряда? A) Визуально посмотреть, «вроде растёт» B) Сравнить средние за первый и последний год без тестов C) Оценить наклон линейной регрессии и его значимость (t-тест по коэффициенту) D) Посчитать размах значений
УК-1.	Что из ниже перечисленного является корректной нулевой гипотезой для коэффициента корреляции r ? A) $r > 0$ B) $r = 0$ C) $r < 0$ D) $r = 1$
ОПК-3.	Какая процедура предназначена для уменьшения влияния атмосферы в оптических данных ДЗЗ? A) Геометрическая привязка B) Атмосферная коррекция (Surface Reflectance) C) Ресэмплирование D) Масштабирование значений
ОПК-3.	Какой индекс чаще применяют для оценки последствий пожаров по спутниковым данным? A) NDVI B) NBR

	C) NDWI D) SAVI
ОПК-3.	Для оценки качества классификации спутникового снимка используют... A) Гистограмму яркостей B) Таблицу сопряжённости признаков C) Матрицу ошибок (confusion matrix) и метрики OA/κ/F1 D) Только визуальный осмотр
ОПК-3.	Что повысит корректность сравнения разновременных снимков? A) Сопоставлять любые доступные даты B) Игнорировать сезонность C) Сравнивать сезонно сопоставимые композиты и применять маски облаков/теней D) Использовать только панхроматику
ОПК-5.	Для корректных расчётов площадей в ГИС следует использовать... A) Географические координаты (широта/долгота) без проекции B) Проекцию Меркатора по умолчанию C) Любую проекцию, если красивая карта D) Равновеликую проекцию, подходящую для региона исследования
ОПК-5	Буферизация (Buffer) — это операция, которая... A) Сшивает полигоны B) Создаёт зоны на заданном расстоянии от объектов C) Удаляет топологические ошибки D) Пересчитывает площадь
ОПК-5.	Каким инструментом суммируют значения растра внутри полигонов? A) Clip (Analysis) B) Dissolve C) Zonal Statistics / Tabulate Area D) Hillshade
ОПК-5.	Зачем использовать ModelBuilder в ArcGIS? A) Чтобы менять цветовую шкалу B) Для ручного редактирования атрибутов C) Для автоматизации и воспроизводимости цепочек анализа D) Чтобы печатать карту
ПК-1.	С чего начинают проектирование эколого-географического исследования? A) С подбора красивых символов B) С формулировки вопроса/гипотез и операционализации показателей C) С печати итоговой карты D) С удаления выбросов
ПК-1.	Какой подход верификации модели повышает надёжность оценки её обобщающей способности? A) Оценка на обучающей выборке B) Однократное «train–test» без стратификации C) k-fold кросс-валидация (по возможности —

	стратифицированная) D) Визуальная проверка графика остатков
ПК-1.	Что является хорошей практикой для воспроизводимости исследования? A) Хранить только итоговые карты B) Публиковать скрипты (R/Python), фиксировать версии ПО и сохранять исходные данные с метаданными C) Описать всё словами без кода D) Менять данные по мере удобства
ПК-1.	Как лучше отразить неопределенность итоговых карт/оценок? A) Не указывать, чтобы не перегружать отчёт B) Давать только средние значения C) Приводить доверительные интервалы/SD и/или карты неопределенности с методикой расчёта D) Писать «качество высокое»
ПК-8.	Какой подход обычно используют для карт пригодности территории под задачу природопользования? A) Буферизация вокруг всех объектов B) Взвешенное наложение критериев (Weighted Overlay/MCDA) с нормировкой факторов C) Случайное распределение весов D) Дизуальная оценка
ПК-8.	Для прогноза изменений землепользования (LULC) с учётом факторов среды корректно... A) Использовать одну карту и экстраполировать визуально B) Игнорировать драйверы изменений C) Обучать модель на паре «прошлое–настоящее» + факторы (доступность, рельеф и т. п.) и валидировать прогноз D) Случайно назначать переходы между классами
ПК-8.	Какой продукт нагляднее для стейкхолдеров в прикладном исследовании? A) Неформатированный CSV без пояснений B) Карта с легендой, подписью источников/методики и краткой аналитической запиской C) Только исходный SHP D) Только исходный код скриптов
ПК-8.	Какая операция позволяет получить долю классов земельного покрова в административных районах? A) Buffer B) Intersect без суммирования C) Tabulate Area / Summarize Within D) Hillshade

Примерный перечень тем рефератов

1. Эволюция сенсоров ДЗЗ: оптика, SAR и лидар — сравнительный обзор возможностей для экологии.
2. Спектральные индексы в экологии: NDVI, NBR, NDWI и др. — уместность и ограничения.
3. Атмосферные влияния на данные ДЗЗ: источники ошибок и методы их компенсации.

4. Облачные платформы обработки ДЗЗ (GEE, ArcGIS Online): преимущества и риски для научной репродуцируемости.
5. Беспилотные летательные системы (БПЛА) в экологическом мониторинге: ниша, точность, стоимость.
6. Слияние данных (data fusion) оптика+SAR/лидар для картирования растительности и почв.
7. Архивы спутниковых данных: принципы выбора источников по разрешению, периодичности и облачности.
8. Картирование техногенных воздействий (пожары, вырубки, добыча) методами ДЗЗ: современные подходы.
9. Лидарные миссии (GEDI/ICESat-2) для оценки структуры растительного покрова: потенциал и ограничения.
10. Этические и правовые аспекты использования ДЗЗ в экологических исследованиях.
11. Описательная статистика в экологии: какие метрики действительно информативны и почему.
12. Выборка и репрезентативность: как дизайн наблюдений влияет на выводы.
13. Проверка гипотез в экологии: ошибки I/II рода и интерпретация p-значений.
14. Эффект-размер (effect size) и доверительные интервалы: зачем они нужны помимо p-value.
15. Нормальность и робастность: когда среднее «ломается», а медиана спасает.
16. Непараметрические тесты (Манна–Уитни, Краскела–Уоллиса и др.) в прикладных экозадачах.
17. Корреляция vs причинность: типичные ловушки и способы их обхода.
18. Множественные проверки и контроль ложных открытий (FDR): практические рекомендации.
19. Визуализация данных для научной аргументации: хорошие и плохие практики.
20. Воспроизводимость в экологии: скрипты, версии ПО, метаданные и открытые данные.

6.4. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Раздел 1:

1. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится полигональный шейп-файл, отображающий границы города Астаны (Border.shp). Загрузите набор данных Open Street Maps на территорию Республики Казахстан в формате шейп-файлов. Отобразите в ПК ArcGIS центральные линии автомобильных дорог и контура жилых зданий. Исключите из файла объекты, находящиеся за пределами города Астаны.

2. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится полигональный шейп-файл, отображающий границы города Астаны (Border.shp). Загрузите набор данных Open Street Maps на территорию Республики Казахстан в формате шейп-файлов. Отобразите в ПК ArcGIS центральные линии автомобильных дорог и контура жилых зданий. Исключите из файла объекты, находящиеся за пределами города Атырау.

3. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится полигональный шейп-файл, отображающий границы города Астаны (Border.shp). Загрузите набор данных Open Street Maps на территорию Республики Казахстан в формате шейп-файлов. Отобразите в ПК ArcGIS центральные линии автомобильных дорог и контура жилых зданий. Исключите из файла объекты, находящиеся за пределами города Актау.

4. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится полигональный шейп-файл, отображающий границы города Астаны (Border.shp). Загрузите набор данных Open Street Maps на территорию Республики Казахстан в формате шейп-файлов. Отобразите в ПК ArcGIS центральные линии автомобильных дорог и контура жилых зданий. Исключите из файла объекты, находящиеся за пределами города Шымкента.

5. **Задача:** Скачайте космический снимок Landsat 8 на территорию г. Каркаралинск, сделанный в один из летних месяцев 2012 года с долей облачного покрова не более 20% от площади снимка.

6. **Задача:** Скачайте космический снимок Landsat 8 на территорию г. Актау, сделанный в один из летних месяцев 2012 года с долей облачного покрова не более 20% от площади снимка.

7. **Задача:** Скачайте космический снимок Landsat 8 на территорию г. Атырау, сделанный в один из летних месяцев 2012 года с долей облачного покрова не более 20% от площади снимка.

8. **Задача:** Скачайте космический снимок Landsat 8 на территорию г. Астаны, сделанный в один из летних месяцев 2012 года с долей облачного покрова не более 20% от площади снимка.

9. **Задача:** Скачайте космический снимок Landsat 8 на территорию г. Шымкента, сделанный в один из летних месяцев 2012 года с долей облачного покрова не более 20% от площади снимка.

10. **Задача:** Скачайте цифровую модель рельефа SRTM для территории города Астаны.

11. **Задача:** Скачайте цифровую модель рельефа SRTM для территории города Шымкента.

12. **Задача:** Скачайте цифровую модель рельефа SRTM для территории города Актау.

13. **Задача:** Скачайте цифровую модель рельефа SRTM для территории города Атырау.

14. **Задача:** Скачайте цифровую модель рельефа SRTM для территории города Каркалинска.

15. **Задача:** В предложенном наборе данных присутствует шейп-файл с границами областей Республики Казахстан (Regions.shp). Загрузите данные Агентства по статистике Республики Казахстан о выбросах, отходящих от стационарных источников загрязнения в разрезе областей. Присоедините загруженную таблицу к шейп-файлу Regions.shp. Примените цветовую шкалу в зависимости от величины выброса в каждой области.

Раздел 2:

16. **Задача:** В предложенном наборе данных содержатся 2 растра (1.jpg; 2.jpg). Определите, какой из этих растров имеет пространственную привязку (один растр из двух), а какой – не имеет. Произведите пространственную привязку растра притягиванием опорных точек к привязанному изображению (достаточно 3 точек). В процессе работы используйте систему координат «geographic-world-WGS 1984»;

17. **Задача:** В предложенном наборе данных содержатся 2 растра (1.jpg; 2.jpg). Определите, какой из этих растров имеет пространственную привязку (один растр из двух), а какой – не имеет. Произведите пространственную привязку непривязанного растра вводом координат для опорных точек вручную (достаточно 3 точек). В процессе работы используйте систему координат «geographic-world-WGS 1984».

18. **Задача:** В предложенном наборе данных имеются шейп-файл, отображающий границы болот (bolota.shp) и шейп-файл, отображающий центральные линии дорог (dorogi.shp). Вычислите суммарную площадь болот (в км²), которые попадают в зону воздействия дорог, если ее радиус составляет 300 метров;

19. **Задача:** В предложенном наборе данных имеются шейп-файл, отображающий распределение объектов культурного наследия в пределах исследуемой территории (nasledie.shp) и шейп-файл, отображающий центральные линии дорог (dorogi.shp). Определите общее количество объектов наследия, которые попадают в зону воздействия дорог, если ее радиус составляет 500 метров;

20. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится цифровая модель рельефа (dem.tif). Вычислите уклоны поверхности. Учитывайте соотношение горизонтальных и вертикальных единиц измерения;

21. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится цифровая модель рельефа (dem.tif). Постройте изолинии сечением 15 метров. Учитывайте соотношение горизонтальных и вертикальных единиц измерения.

22. Задача: В предложенном наборе данных содержится цифровая модель рельефа (dem.tif). Постройте растр экспозиции склонов;

23. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится шейп-файл с границами областей Республики Казахстан, крупных городов и атрибутивной информацией к ним. Отобразите области Казахстана цветовой градацией по населению. Отобразите города значками. Подпишите названия областей и городов. Скомпонуйте все необходимые элементы карты и экспортуйте итоговое изображение в виде графического файла.

24. **Задача:** Оцифруйте при помощи ПО Google Earth 3 линейных объекта, 3 точечных объекта и 3 полигона в пределах города Астаны. Импортируйте оцифрованные объекты в ПК ArcGIS.

Раздел 3:

25. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Создайте композит из всех каналов и отобразите изображение в синтезе 742.

26. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Создайте композит из всех каналов и отобразите изображение в естественных цветах.

27. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Рассчитайте NDVI

28. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Отобразите кривую спектральной яркости для озер по всем доступным каналам.

29. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Отобразите кривую спектральной яркости для распаханных полей по всем доступным каналам.

30. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Отобразите кривую спектральной яркости для вегетирующих полей по всем доступным каналам.

31. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится космический снимок Landsat 4. Отобразите кривую спектральной яркости для лесов по всем доступным каналам.

Раздел 4:

32. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится два шейпфайла, отображающего в виде полигонов леса и озера в пределах исследуемой территории национального парка; шейпфайл, отображающий границы функциональных зон данного природного парка (также в виде полигонов) и линейный шейпфайл, отображающий центральные линии участков, выделенных для строительства трубопровода. Используя модуль «Model Builder», постройте модель, которая позволит выделить участки лесов и озёр, которые окажутся в зоне воздействия тех трубопроводов, которые расположены в пределах зон, где разрешена хозяйственная деятельность (зона хозяйственного использования, зона традиционного и хозяйственного использования), учитывая, что радиус зоны воздействия составит 300 метров. В качестве параметров модели установите: 1. Входные Файлы озёр, лесов, границ функциональных зон; 2. Радиус зоны воздействия; 3. Директорию, куда будут сохранены итоговые файлы лесов и озёр в зоне воздействия.

33. **Задача:** В предложенном наборе данных содержатся: растровые изображения, отображающие Landcover исследуемой территории за 2010 и 2015 гг. (файлы L2010 и L2015 соответственно); растровая карта почв (soils); растр расстояния от дорог в метрах (road_dist), растр плотности населения (population). Используя модуль Molusce, спрогнозируйте изменение площади лесов с 2015 по 2020 год, предполагая, что факторами изменения является тип почвы, расстояние от леса до ближайшей дороги и плотность

населения. В качестве метода оценки вклада каждого из факторов используйте построение нейронной сети.

Раздел 5:

34. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится таблица с указанием номеров образцов воздуха, концентрации основных загрязняющих веществ в воздухе и скорости ветра в день отбора образца. Используя ПК «R», установите наличие/отсутствие корреляции между скоростью ветра и концентрацией загрязняющих веществ. Определите коэффициент корреляции Пирсона.

35. **Задача:** В предложенном наборе данных содержится таблица с указанием номеров почвенных разрезов, мощности гумусового горизонта, и глубины залегания карбонатов. Используя ПК «R», проведите регрессионный анализ данных величин.

7. Критерии оценивания для всех видов оценочных средств, входящих в фонд оценочных средств по дисциплине

Зачет:

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю) в рамках первого семестра (для зачета)		
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	незачет	зачет
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, контрольные работы, тесты, и т.п.)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускаются неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: зачет)	Наличие отдельных навыков (владений, опыта) или отсутствие навыков (наличие фрагментарного опыта)	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

Зачет/ Экзамен:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Техногенные системы и экологический риск»

8.1 Основная литература:

1. Геоинформатика : учебник для вузов : в 2 кн. / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др. ; под ред. В. С. Тикунова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательский центр «Академия», 2019. — 480 с. — Текст : электронный // Сводные списки литературы вузов. — URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01011199769> (дата обращения: 01.09.2025).
2. Мастицкий, С. Э.; Шитиков, В. К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. — 2-е изд., электронное. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 497 с. — ISBN 978-5-89818-601-2. — Текст : электронный. — URL: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9785898186012_A48649493/preview-9785898186012_A48649493.pdf (дата обращения: 01.09.2025).
3. Лурье, И. К.; Самсонов, Т. Е. Основы геоинформатики : учебное пособие. — Москва : Географический факультет МГУ, 2016. — 200 с. — Текст : электронный // Национальная электронная библиотека (описание издания). — URL: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_011264092/ (дата обращения: 01.09.2025).
4. Экологический мониторинг : учебник для вузов / Е. А. Севрюкова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02491-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469944> (дата обращения: 01.09.2025).

8.2 Дополнительная литература:

5. QGIS. Учебное пособие (Training Manual), версия 3.40. — Текст : электронный // Документация QGIS [сайт]. — URL: https://docs.qgis.org/3.40/ru/docs/training_manual/index.html (дата обращения: 01.09.2025).
6. QGIS. Руководство пользователя (User Manual), версия 3.40. — Текст : электронный // Документация QGIS [сайт]. — URL: https://docs.qgis.org/3.40/ru/docs/user_manual/index.html (дата обращения: 01.09.2025).
7. ArcGIS Pro. Краткие руководства (Quickstart Tutorials). — Текст : электронный // Esri [сайт]. — URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/get-started/pro-quickstart-tutorials.htm> (дата обращения: 01.09.2025).

8. ArcGIS Pro. Что такое геостатистика? — Текст : электронный // Esri, раздел Geostatistical Analyst [сайт]. — URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/what-is-geostatistics-.htm> (дата обращения: 01.09.2025).

8.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Среда программирования R;
- Графический интерфейс R-Studio для использования среды программирования R;
- Геоинформационная система ArcGIS;
- Геоинформационная система SAS Planet;
- Геоинформационная система QGIS;
- Подключаемый модуль MOLLUSCE для ГИС QGIS
- Комплект офисных программ Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных и семинарских занятий;
2. Компьютерный класс с доступом в Интернет;
3. Персональные компьютеры, кинофильмы, фото, ролики по авариям, методам ликвидации последствий;
4. Геоинформационная система «ArcGIS»;
5. Программный комплекс «ЭРА».

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартам по направлению подготовки 05.04.06 Экология и природопользования.

Автор:

Дехнич В.С., доцент кафедры экологии и природопользования КФ МГУ имени М.В. Ломоносова

**Рабочая программа одобрена на заседании кафедры экологии и природопользования
Казахстанского филиала МГУ**
Протокол № 8 от 19 мая 2024 г.

Заведующий кафедрой
экологии и природопользования
Казахстанского филиала МГУ,
д.г.н., профессор



Битюкова В.Р.