

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра зоологии беспозвоночных и водной экологии

Авторы-составители: Крашенинников Андрей Борисович

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В БИОЛОГИИ**

Код УМК 81498

**Утверждено
Протокол №5
от «27» мая 2021 г.**

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.04.01** Биология

направленность Биотехнология и генетика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

06.04.01 Биология (направленность : Биотехнология и генетика)

ОПК.6 Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок

Индикаторы

ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	06.04.01 Биология (направленность: Биотехнология и генетика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2,4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	12
Проведение практических занятий, семинаров	36
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	0
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (2 триместр) Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии. Первый семестр

Вводная (установочная) лекция. Краткий исторический очерк математизации биологии. Математическая модель и моделирование. Требования к математическим моделям. Типы математических моделей.

Первые математические модели в биологии. Фибоначчи, Борелли, Мальтус, Ферхюльст, Д'Арси Томпсон, Лотка, Вольтерра. Современный подход к математическому моделированию биологических систем.

Определение математической модели и моделирования. Требования к математическим моделям: адекватности, достаточной простоты, полноты, продуктивности, робастности.

Классификация моделей на основе сложности объекта моделирования, характера описания пространственного строения модели, оператора модели, дискретности, детерминированности и метода их решения. Функциональные и структурные модели. Точечные модели и модели с распределенными значениями. Линейные и нелинейные модели. Дискретные и непрерывные модели. Стохастические и детерминированные модели. Аналитические и имитационные модели.

Построение математической модели: основные этапы и методы.

Построение математической модели. Вербализация свойств объекта и их формализация при помощи математики. Решение математической задачи. Пример построения модели роста массы растения и моделей роста массы животных. Получение математической зависимости непосредственно из эмпирических данных. Метод наименьших квадратов, его значение.

Методы решения математических моделей. Модели с дифференциальными уравнениями.

Интегрирование дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными. Решение линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Решение системы из двух дифференциальных уравнений первого порядка. Методы качественного исследования дифференциальных уравнений. Фазовый портрет системы. Стационарное состояние. Критерий Ляпунова. Теорема Тихонова. Триггер. Исследование уравнений, описывающих автоколебательные системы. Модель детерминированного хаоса.

Методы решения математических моделей. Матричные модели и модели с дискретным временем

Матричная модель популяции с детализированной возрастной структурой. Матрицы Лесли. Описание динамики популяции овсеца Шелли. Дискретное логистическое уравнение, диаграммы Ламерея, квазистохастическое решение.

Методы решения математических моделей. Стохастические модели

Вероятность. Распределение вероятностей. Виды распределений. Математическое ожидание и дисперсия. Стохастические модели популяций.

Методы решения математических моделей. Модели с распределенными значениями

Скалярные и векторные величины. Элементы теории поля. Уравнение Колмогорова-Петровского-Пискунова, его решение. Модель популяционной волны.

Верификация модели

Ошибки при подборе эмпирической функции. Область применимости модели. Верификация модели экспериментальным способом.

Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии. Второй семестр

Компьютерные технологии в современных отраслях биологии

Использование компьютера в различных отраслях биологии. Компьютерная биология, как новая самостоятельная дисциплина. Моделирование биологических систем. Хранение и обработка информации. Документооборот. Статистика. ГИС. Интернет-технологии. Суперкомпьютеры, характеристики производительности компьютера. Проекты "Геном человека" и "Blue Gene".

Применение ГИС-технологий в биологии и экологии

Работа с геоинформационными системами, создание векторных карт, анализ геоданных, создание тематических растровых карт

Работа с графикой при подготовке научных публикаций

Принципы растровой графики. Ее преимущества и недостатки, особенности практического применения. Обзор растровых графических редакторов и форматов данных. Обработка фотографий. Принципы векторной графики. Ее преимущества и недостатки, особенности практического применения. Обзор векторных графических редакторов и форматов данных. Обработка изображений.

Компьютерный статистический анализ данных

Основы работы с Past. Основные виды статистического анализа данных: дисперсионный, корреляционный, регрессионный, метод главных компонент, кластеризация

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Крашенинников А. Б. Математическое моделирование в биологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров "Биология"/А. Б. Крашенинников.- Пермь: ПГНИУ, 2018, ISBN 978-5-7944-3136-6.-96.-Библиогр.: с. 95
2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 181 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/420698>
3. Ризниченко, Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч.1 / Г. Ю. Ризниченко. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 230 с. — ISBN 978-5-4344-0801-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92043>
4. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине в 2 т. Том 1 : учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры / В. А. Медик, М. С. Токмачев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 471 с. — (Бакалавр. Специалист. Магистр). — ISBN 978-5-534-07583-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/446494>

Дополнительная:

1. Рубин, А.Б. Биофизика : учебник / Рубин А.Б. — Москва : КноРус, 2019. — 190 с. — (бакалавриат). — ISBN 978-5-406-06656-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система BOOK.RU : [сайт]. <https://elis.psu.ru/node/619645>
2. Попов, С. Ю. Геоинформационные системы и пространственный анализ данных в науках о лесе / С. Ю. Попов. — Санкт-Петербург : Интермедия, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-4383-0034-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/30206>
3. Зинюк, О. В. Компьютерные технологии. Часть 2. Обработка векторных изображений : учебное пособие / О. В. Зинюк. — Москва : Московский гуманитарный университет, 2011. — 96 с. — ISBN 978-5-98079-684-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/8609>
4. Зинюк, О. В. Компьютерные технологии. Часть 1. Обработка растровых изображений : учебное пособие / О. В. Зинюк. — Москва : Московский гуманитарный университет, 2011. — 80 с. — ISBN 978-5-98079-683-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт] <http://www.iprbookshop.ru/8608>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://mathbio.ru/> Математическая биология

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- 1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);
- 2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);
- 3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.

Программы специального назначения:

Программы для статистической обработки данных - Past

ГИС - Q-GIS

Графические редакторы: GIMP и Inkscape

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской. Компьютерный класс оснащенный персональными ЭВМ. Аппаратные и программные средства представлены в паспорте компьютерного класса.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» и информационным технологиям.

Для проведения мероприятий текущего контроля, промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской. Компьютерный класс оснащенный персональными ЭВМ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Математическое моделирование и компьютерные технологии в биологии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.6

Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	ЗНАТЬ основы современного математического моделирования в биологии. УМЕТЬ применить полученные знания при обсуждении проблематики конкретных отраслей биологии. ВЛАДЕТЬ навыками использования общебиологических знаний при анализе и обсуждении новых знаний, полученных в частной (конкретной) области биологии и экологии ЗНАТЬ основы статистической обработки данных, основы применения ГИС-технологий в биологии и экологии, основы работы в графических редакторах. УМЕТЬ обрабатывать данные в статистических программах, создавать тематические карты в ГИС-приложениях, редактировать изображения в соответствующих программах. ВЛАДЕТЬ навыками работы со специализированным ПО и применять их на практике	Неудовлетворител Отсутствие знаний. Не знает основ современного математического моделирования в биологии, необходимых при формировании компетенции. Отсутствие умений Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания проблематики современного математического моделирования в биологии. Знает базовые понятия и законы. Имеет представление о содержании основных законов и принципов Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания проблематики современного математического моделирования в биологии. Умеет применить полученные знания при обсуждении проблематики конкретных отраслей биологии Отлично Сформированные систематические знания проблематики современного математического моделирования в биологии. Владеет навыками использования общебиологических знаний при анализе и обсуждении новых знаний, полученных в частной (конкретной) области биологии и экологии

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Вводная (установочная) лекция. Краткий исторический очерк математизации биологии. Математическая модель и моделирование. Требования к математическим моделям. Типы математических моделей. Входное тестирование	Проверка базовых знаний высшей математики
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Методы решения математических моделей. Модели с дифференциальными уравнениями. Письменное контрольное мероприятие	Знание классификации математических моделей и методов их построения. Знание качественного анализа моделей с дифференциальными уравнениями
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Методы решения математических моделей. Матричные модели и модели с дискретным временем Письменное контрольное мероприятие	Знание методов решения матричных моделей и моделей с дискретным временем

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Методы решения математических моделей. Стохастические модели Письменное контрольное мероприятие	Знание методов работы со стохастическими математическими моделями
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Верификация модели Итоговое контрольное мероприятие	Знание основных разновидностей математических моделей и методов их анализа

Спецификация мероприятий текущего контроля

Вводная (установочная) лекция. Краткий исторический очерк математизации биологии. Математическая модель и моделирование. Требования к математическим моделям. Типы математических моделей.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет интегрировать, дифференцировать, работать с матрицами, анализировать функции	10
Умеет работать с матрицами, анализировать функции	5
Не владеет простейшими математическими операциями	2

Методы решения математических моделей. Модели с дифференциальными уравнениями.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет методом качественного анализа моделей с дифференциальными уравнениями	10
Знает определение математической модели и классификацию моделей	10
Не владеет знаниями об истории математизации биологии. Не понимает принципы математического моделирования	2

Методы решения математических моделей. Матричные модели и модели с дискретным временем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет анализировать матричные модели	10
Умеет анализировать модели с конечно-разностными уравнениями	10
Не владеет методами решения матричных моделей и моделей с конечно-разностными уравнениями	2

Методы решения математических моделей. Стохастические модели

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает базовые понятия теории вероятности и применения ее в моделировании	10
Умеет анализировать стохастические модели	10
Не знает базовые понятия теории вероятности и применения ее в моделировании, не умеет анализировать стохастические модели	2

Верификация модели

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет анализировать стохастические модели	10
Умеет анализировать модели с дифференциальными уравнениями	10
Умеет анализировать пространственно-распределенные модели. Умеет верифицировать модель	10
Умеет анализировать модели с дискретным временем и матричные модели	10
Не умеет анализировать ни один вид математических моделей	2

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Компьютерные технологии в современных отраслях биологии Защищаемое контрольное мероприятие	Знание применения компьютерных технологий в современных отраслях биологии. Написание реферата
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Применение ГИС-технологий в биологии и экологии Защищаемое контрольное мероприятие	Создание тематической карты в ГИС-приложении
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Работа с графикой при подготовке научных публикаций Защищаемое контрольное мероприятие	Выполнение практической работы, состоящей из двух частей: обработка фотографии и составление коллажа из предложенных элементов с заданными характеристиками.
ОПК.6.1 Применяет современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач	Компьютерный статистический анализ данных Итоговое контрольное мероприятие	Статистическая обработка биологических данных в соответствующей программе

Спецификация мероприятий текущего контроля

Компьютерные технологии в современных отраслях биологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Написание реферата. Соответствие заявленной теме.	8
Написание реферата. Более 6 независимых и достоверных источников.	5
Написание реферата. Введение, обзор литературы, выводы, список литературы. Соблюдение требований ГОСТ к написанию рефератов.	5
Написание реферата. Использование актуальных источников за последние 5 лет.	2

Применение ГИС-технологий в биологии и экологии

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Подготовка данных для обработки в ГИС-приложении	10
Создание тематической карты, оформление легенды	10

Работа с графикой при подготовке научных публикаций

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Выполнил обработку фотографии в растровом графическом редакторе	10
Сделал коллаж, используя разнообразные приемы обработки его отдельных элементов.	10

Компьютерный статистический анализ данных

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Элементарный статистический анализ данных	15
Графическое представление результатов анализа	15
Создание читаемого файла со своими данными. Создание датафрейма	10