

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол от

«31» августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины
Прикладная статистика в среде MATLAB

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки
06.06.01 Биологические науки

Направленность
03.02.08 Экология

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

Дисциплина «Прикладная статистика в среде MATLAB» относится к числу общепрофессиональных дисциплин по выбору и изучается на 2 году обучения в 4 семестре. Для изучения дисциплины необходимы знания в области планирования экспериментальной деятельности и анализа данных (основы статистического анализа и математического моделирования).

Целями освоения дисциплины «Прикладная статистика в среде MATLAB» являются: овладение (актуализация) навыками работы в среде MATLAB, освоение методов импорта/экспорта и манипулирования данными, изучение современных методов одномерного и многомерного статистического анализа, изучение современных средств визуализации данных и результатов анализа, овладение практическими навыками анализа и визуализации данных в MATLAB.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями выпускников)

Код и этап формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий Базовый	ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии УМЕТЬ: ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-1 Способность к самостоятельному анализу фундаментальных и прикладных проблем в области экологии, поиску их решения с использованием современных информационных, вычислительных средств, исследовательской аппаратуры, компьютерного моделирования, проведению экспертиз и внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику Заключительный	ЗНАТЬ: основные проблемы биологии и основные теории экологии, методы генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии, современные методы исследования в области экологии и принципы работы исследовательской аппаратуры, основные методы проведения экспертизы, способы и методы внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику УМЕТЬ: осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования; ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий, анализировать варианты решения исследовательских и

	<p>практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику.</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, навыками проведения экспертизы, навыками внедрения исследований в практику</p>
--	---

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятий семинарского типа), 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к экзамену.

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов				
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основы работы в Matlab	4	-	2	-	2	2
2. Работа с данными в Matlab	12	-	6	-	6	6
3. Основы графической системы Matlab	4	-	2	-	2	2
4. Работа с распределениями вероятностей и описательная статистика	4	-	2	-	2	2
5. Методы одномерного статистического анализа	8	-	4	-	4	4
6. Методы многомерного статистического анализа	4	-	2	-	2	2
В т.ч. текущий контроль 2						
Промежуточная аттестация в форме экзамена						

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Основы работы в Matlab	Установка Matlab. Основы интерфейса Matlab. Типы данных (числовые, логические, строковые). Приведение типов.	научно-практическое занятие	Тест
2	Работа с данными в Matlab	Структуры данных (вектора, матрицы, массивы ячеек). Обращение к данным (индексирование векторов, матриц и массивов ячеек). Управляющие структуры (условный оператор, циклы). Функции (определение,	научно-практическое занятие	Тест, расчетно-графическое задание

		аргументы, возвращаемое значение). Графический интерфейс пользователя. Векторизованные вычисления. Манипулирование данными (создание и удаление переменных, выборки, ранжирование).		
3	Основы графической системы Matlab	Основные виды графиков. Функция plot() и ее основные аргументы. Инструментальная панель. Трехмерная графика. Импорт графических файлов.	научно-практическое занятие	Тест, расчетно-графическое задание
4	Работа с распределениями вероятностей и описательная статистика	Распределения вероятностей и работа с ними в Matlab. Описание и визуализация распределения количественных данных. Описание и визуализация распределения качественных данных. Нормальное распределение и диагностика отклонений.	научно-практическое занятие	Тест, расчетно-графическое задание
5	Методы одномерного статистического анализа	Простейшие гипотезы: одно- и двухвыборочные сравнения. Сравнение нескольких групп: однофакторный дисперсионный анализ и критерий Крускала-Уоллиса. Множественные сравнения. Простая регрессия и корреляция. Статистика нечисловых данных.	научно-практическое занятие	Тест, расчетно-графическое задание
6	Методы многомерного статистического анализа	Анализ комплекса признаков. Многомерный дисперсионный анализ. Анализ главных компонент. Линейный дискриминантный анализ.	научно-практическое занятие	Тест, расчетно-графическое задание

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы аспирантов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме занятий практического типа, на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные технологии: *практические занятия* (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Технологии проблемного обучения: *практические занятия на основе кейс-метода* (обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности; обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них).

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы аспирантов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам (примеры заданий см. в п. 6.4);
- подготовка к решению задач (примеры заданий см. в п. 6.4);

- подготовка к экзамену.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Аспирант должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках. Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Самостоятельная работа при подготовке к экзамену

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости аспирантов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения аспирантами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания аспирантами изученного материала;
- способности аспирантов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен включает устную и практическую часть. Устная часть экзамена заключается в ответе аспирантом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые аспирант должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает решение расчетной задачи.

Критерии оценивания ответа на экзамене

Оценка	Уровень подготовки
Отлично	Высокий уровень подготовки. Аспирант дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, выполнил все задания практической части с незначительными погрешностями. Аспирант активно работал на практических занятиях.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Аспирант дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. В практической части допущены ошибки. Аспирант работал на практических занятиях.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Аспирант показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике актуальных проблем биоразнообразия, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Практическая часть выполнена частично. Аспирант посещал практические занятия.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Аспирант дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Практическая часть не выполнена. Аспирант пропустил большую часть практических занятий.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Аспирант не отвечает на поставленные вопросы. Практическая часть не выполнена. Аспирант отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- *тестирование;*
- *устные ответы на вопросы в ходе экзамена.*

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются:

- *практические расчетно-графические задания.*

Критерии оценивания тестов

Тестовые задания оцениваются по пятибалльной системе в зависимости от доли правильных ответов или правильно выполненных контрольных заданий:

- «отлично»: 80–100% правильных ответов;
- «хорошо»: 65–80% правильных ответов;
- «удовлетворительно»: 50–65% правильных ответов;
- «неудовлетворительно» – 25–50% правильных ответов;
- «плохо» – менее 25% правильных ответов.

Критерии оценивания расчетно-графических заданий

Расчетно-графические задания состоят из нескольких задач, подразумевающих определенную последовательность действий. Расчетно-графические задания оцениваются по альтернативной шкале в зависимости от доли верно выполненных задач:

- «зачтено»: 50–100% правильно выполненных задач;
- «не зачтено»: менее 50% правильно выполненных задач.

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Вопросы к экзамену

1. Установка Matlab. Основы интерфейса Matlab.
2. Типы данных (числовые, логические, строковые). Приведение типов.
3. Структуры данных (вектора, матрицы, массивы ячеек).
4. Обращение к данным (индексирование векторов, матриц и массивов ячеек).
5. Управляющие структуры (условный оператор, циклы).
6. Функции (определение, аргументы, возвращаемое значение).
7. Графический интерфейс пользователя.
8. Векторизованные вычисления.
9. Манипулирование данными (создание и удаление переменных, выборки, ранжирование).
10. Основные виды графиков.
11. Функция plot() и ее основные аргументы.
12. Инструментальная панель.
13. Трехмерная графика.
14. Импорт графических файлов.
15. Распределения вероятностей и работа с ними в Matlab.
16. Описание и визуализация распределения количественных данных.
17. Описание и визуализация распределения качественных данных.
18. Нормальное распределение и диагностика отклонений.
19. Простейшие гипотезы: одно- и двухвыборочные сравнения.
20. Сравнение нескольких групп: однофакторный дисперсионный анализ и критерий Крускала-Уоллиса.
21. Множественные сравнения.
22. Простая регрессия и корреляция.
23. Анализ взаимосвязи качественных переменных.
24. Соответствие распределения качественной переменной теоретическому распределению.
25. Анализ комплекса признаков.
26. Многомерный дисперсионный анализ.
27. Анализ главных компонент.
28. Линейный дискриминантный анализ.

Типовые тестовые задания для оценки знаний компетенции ОПК-1:

1. Что будет результатом выполнения следующей инструкции:
 $a = [1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6; 7\ 8\ 9] * [0\ 1\ 0]'$;
 а) [4, 5, 6]. б) [2, 5, 8]. в) [2; 5; 8]. г) [4; 5; 6].
2. Что будет результат выполнения следующих инструкций:
 $A = [1:4; 2:2:9; 0\ 0\ 2\ -1]$; $s = A(\text{end}, 3)$;
 а) -1. б) 0. в) 2. г) Сообщение об ошибке.
 Какое из следующих имен переменных не является допустимым в MATLAB?
 а) $x5x2x3$.
 б) X_Y .
 в) Все ответы являются правильными.
 г) $itIsVeryDifficultHomework$.
3. Из какого количества элементов состоит вектор-строка $v = -55:5:55$?
 а) 1. б) 23. в) 22. г) 55.
4. В MATLAB оператор работает с ...
 а) операндами. б) ассоциациями. в) аргументами. г) неизвестными вещами.
5. Какая (какие) из следующих арифметических операция в MATLAB являются поэлементными.
 а) +. б) ./ . в) .* . г) .^ .
6. Допустим в MATLAB выполняются следующие инструкции:
 $A = [1\ 2; 3\ 4; 5\ 6]$;
 $B = [1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6]$;
 Какая (какие) из следующих инструкций в MATLAB являются верными для данного случая?
 а) $C = A * B$; б) $C = A' * B$; в) $C = B + A$; г) $C = A' + B$.
7. Какая из следующих функций позволяет сгенерировать матрицу, состоящую из элементов случайной величины с равномерным распределением.
 а) $\text{ones}(N,M)$; б) $\text{zeros}(N,M)$; в) $\text{rand}(N,M)$; г) $\text{randn}(N,M)$.
8. Какая из следующих команд позволяет визуализировать функцию в виде набора отсчетов.
 а) plot . б) surf . в) mesh . г) stem .
9. Какая из следующих MATLAB-команд позволяет поместить текст над графиком функции?
 а) title . б) xlabel . в) axis . г) ylabel .

Типовые тестовые задания для оценки знаний компетенции ПК-1:

1. Изменчивость выборочной статистики заключается в том, что:
 - а) значение выборочной статистики отличается от генерального параметра;
 - б) значения выборочной статистики отличаются для выборок разного объема;
 - в) разные выборочные статистики имеют разные значения;
 - г) значения выборочной статистики неодинаковы для разных выборок одного объема.
2. Выберите неверное утверждение относительно среднего распределения выборочных средних:
 - а) оно зависит от объема выборки;
 - б) оно равно среднему для всех возможных выборок;
 - в) оно равно генеральному среднему;
 - г) его точное значение на практике установить нельзя.
3. Из генеральной совокупности со средним 40 и стандартным отклонением 7.5 берутся выборки объемом 25 наблюдений. Чему равно среднее распределения выборочных средних?
 - а) 7.5; б) 8; в) 40; г) 5.
4. Из генеральной совокупности со средним 40 и стандартным отклонением 7.5 берутся выборки объемом 25 наблюдений. Чему равна стандартная ошибка?

- а) 7.5; б) 0.3; в) 8; г) 1.5.
5. При использовании критерия Шапиро-Уилка получено р-значение 0.03. Это значит, что:
- а) выборка соответствует нормальному распределению;
б) нуль-гипотезу о характере распределения выборки, отвергнуть нельзя;
в) выборка отклоняется от нормального распределения на 5%-ном уровне значимости;
г) среднее генеральной совокупности не отличается от нуля.

Типовые расчетно-графические задания для оценки умений и владений компетенции ОПК-1:

Расчетно-графическая работа 1:

1. Загрузите данные из текстового файла
2. Преобразуйте загруженные данные в матрицу
3. Создайте новый массив ячеек на основе загруженных данных
4. Добавьте новый столбец в матрицу с использованием условного оператора
5. Рассчитайте число отсутствующих значений в столбцах матрицы с использованием цикла.

Расчетно-графическая работа 2:

1. Рассчитайте квантиль уровня 0.89 нормального распределения со средним 1.5 и стандартным отклонением 5.
2. Рассчитайте вероятность того, что случайная величина, подчиняющаяся распределению Стьюдента с 15 степенями свободы примет значение, большее 3.
3. Сгенерируйте 150 случайных значений на основе нормального распределению со средним 80 и стандартным отклонением 7.
4. Постройте гистограмму сгенерированного случайного вектора.
5. Рассчитайте отклонение эмпирического среднего от теоретического.

Типовое расчетно-графическое задание для оценки умений и владений компетенции ОПК-1:

Расчетно-графическая работа 3:

1. Загрузите данные из файла формата mat.
2. Преобразуйте переменные матрицы d в главные компоненты.
3. Постройте график рассеяния данных в пространстве двух первых главных компонент.
4. Постройте линейную дискриминантную модель принадлежности объектов фрейма d к группам, определенным фактором f.
5. Классифицируйте объекты фрейма t по группам согласно дискриминантной модели.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 12.02.2014 №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Гилат А. MATLAB. Теория и практика. – М.: ДМК Пресс, 2016. - 416 с. – Доступно на ЭБС «Консультант студента». Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601839.html>
2. Плохотников К.Э., Николенко В.Н. Теория вероятностей в пакете MATLAB. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 611 с. – Доступно на ЭБС «Консультант студента». Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991270052.html>

б) дополнительная литература:

1. Трухачёва Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 384 с. – Доступно на ЭБС «Консультант студента». Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425671.html>
2. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология – М.: Дрофа, 2006. – (1 экз. в библиотеке ННГУ)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Раздел Matlab на образовательном сайте Exponenta – <http://matlab.exponenta.ru/>
2. Центр компетенций MathWorks – <http://www.matlab.ru/>
3. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/> – электронный учебник по статистике и планированию эксперимента.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Компьютерный класс для проведения занятий практического типа, оснащённый современной компьютерной техникой, соответствующим дисциплине программным обеспечением, и обеспеченный доступом в сеть "Интернет". Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 "Биологические науки".

Автор _____ Якимов В.Н.

Рецензент _____ Кравченко Г.А.

Заведующий кафедрой экологии _____ Якимов В.Н.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 30 августа 2021 года, протокол № 1.

Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина

ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Успешное и систематическое применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ВЛАДЕТЬ: навыками профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам	В целом успешное, но не систематическое применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам	Успешное и систематическое применение навыков профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам

УМЕТЬ: ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	Отсутствие умений	Частично освоенное умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	В целом успешное, но не систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	Успешное и систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять биологические исследования при решении конкретных задач по биологии с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий
ЗНАТЬ: современные проблемы биологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных проблем биологии	Неполные знания современных проблем биологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных проблем биологии	Сформированные и систематические знания современных проблем биологии
ЗНАТЬ: современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Неполные знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированные и систематические знания современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1: Способность к самостоятельному анализу фундаментальных и прикладных проблем в области экологии, поиску их решения с использованием современных информационных, вычислительных средств, исследовательской аппаратуры, компьютерного моделирования, проведению экспертиз и внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику

Планируемые результаты обучения* (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ВЛАДЕТЬ: навыками использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но не систематическое применение навыков использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Успешное и систематическое применение использования современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ВЛАДЕТЬ: навыками проведения экспертизы	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков проведения экспертизы	В целом успешное, но не систематическое применение навыков проведения экспертизы	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение проведения экспертизы	Успешное и систематическое применение использования проведения экспертизы
ВЛАДЕТЬ: навыками внедрения исследований в практику	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков внедрения исследований в практику	В целом успешное, но не систематическое применение навыков внедрения исследований в практику	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков внедрения исследований в практику	Успешное и систематическое применение навыков использования проведения экспертизы
УМЕТЬ: ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	Отсутствие умений	Частично освоенное умение ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием современной аппаратуры, вычислительных	В целом успешное, но не систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием современной аппаратуры,	Успешное и систематическое умение ставить задачу, планировать и выполнять научные исследования для разработки принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие при сохранении стабильного состояния природной среды с использованием современной

		средств, компьютерных технологий	современной аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий	вычислительных средств, компьютерных технологий	аппаратуры, вычислительных средств, компьютерных технологий
УМЕТЬ: осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования	Успешное и систематическое умение осуществлять поиск, анализ и обобщение современных научных данных, в том числе с использованием международных систем индексирования
УМЕТЬ: анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику	В целом успешное, но не систематическое умение анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику	Успешное и систематическое умение анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации научно-исследовательских работ в практику
ЗНАТЬ: основные проблемы биологии и основные теории экологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных проблем биологии и основные теории экологии	Неполные знания основных проблем биологии и основные теории экологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных проблем биологии и основные теории экологии	Сформированные и систематические знания основных проблем биологии и основные теории экологии
ЗНАТЬ: методы генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии	Неполные знания методов генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии	Сформированные систематические знания методов генерирования новых идей при решении фундаментальных и прикладных проблем в области экологии
ЗНАТЬ: современные методы исследования в области экологии и принципы работы исследовательской аппаратуры	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания современных методов исследования в области экологии и принципов работы исследовательской аппаратуры	Неполные знания современных методов исследования в области экологии и принципов работы исследовательской аппаратуры	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных методов исследования в области экологии и принципов работы исследовательской аппаратуры	Сформированные систематические знания современных методов исследования в области экологии и принципов работы исследовательской аппаратуры

ЗНАТЬ: основные методы проведения экспертизы	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания основных методов проведения экспертизы	Неполные знания основных методов проведения экспертизы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов проведения экспертизы	Сформированные и систематические знания основных методов проведения экспертизы
ЗНАТЬ: способы и методы внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания способов и методов внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику	Неполные знания способов и методов внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания способов и методов внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику	Сформированные систематические знания способов и методов внедрения результатов научно-исследовательских работ в практику