

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра биологии и биологической химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСХПР


« 24 » Козина А. М.
2017 г.

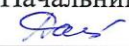
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ

Учебный модуль по направлению подготовки
06.03.01–Биология

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМО

 Л. Б. Даниленко
« 24 » 21 2017 г.

РАЗРАБОТАЛ

Доцент кафедры ББХ

 М. А. Коновалова
« 17 » 21 2017 г.

Принято на заседании КБХ
протокол № 5

Заведующий кафедрой

 Н. Н. Максимюк
« 24 » 21 2017 г.

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Основной *целью* является формирование представлений о вероятностной природе явлений живой природы, овладение методами анализа и обобщения количественных биологических данных, способами их оценки с использованием статистических критериев.

Из поставленной цели вытекают основные *задачи* курса:

- познакомить студентов с методологией количественных исследований в биологии;
- дать представление о разнообразии основных задач, решаемых с помощью биометрических методов;
- организовать практическое освоение технологии их применения.

2 МЕСТО УЧЕБНОГО МОДУЛЯ В СТРУКТУРЕ ОП НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

УМ в учебном плане студентов дневной формы обучения входит в *базовую* часть блока модулей (БЕ.Б.6).

Взаимосвязь с другими дисциплинами

УМ «Математические методы в биологии» относится к базовой части блока модулей. Содержание УМ базируется на знаниях курса «Высшая математика» и представляет собой изучение прикладных аспектов применения методов математической статистики в биологических исследованиях.

Содержание УМ является основой для дальнейшей исследовательской работы студентов, подготовки специализированных отчетов по полевым практикам, ВКР. Как правило, при выполнении этих видов работ требуется произвести статистическую обработку полученных данных и на ее основе сформулировать выводы о наблюдаемых явлениях и закономерностях.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования к обязательному минимуму содержания образовательной программы направления 06.03.01– Биология, утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ № 944 от 07.08.2014 г.

В соответствии с квалификационной характеристикой выпускника направления 06.03.01 – Биология в результате изучения УМ должна быть сформирована *компетенция*:

ПК-4: *способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов.*

Формирование этой компетенции позволяет выпускнику отвечать следующим требованиям. Он должен:

знать:

- случайные процессы;
- статистическое оценивание и проверку гипотез;
- статистические методы обработки экспериментальных данных;
- математические методы в биологии;

уметь:

- применять математические методы для решения типовых профессиональных задач;

владеть:

- методами математического моделирования биологических процессов.

Требования к знаниям, умениям и владению указываются в соответствии с паспортом соответствующей компетенции в приложении Г.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Модуль входит в базовую часть блока модулей, изучается на третьем курсе (шестой семестр) очной формы обучения.

Учебная работа (УР)	Всего	Коды формируемых компетенций
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	ПК-4 (базовый уровень)
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	
- лекции	27	
- практические занятия	27	
- аудиторная СРС	9	
- внеаудиторная СРС	54	
Аттестация: зачет	-	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

4.2.1 Темы и содержание теоретических занятий

Тема 1. Математические методы в современной биологии

Основные типы исследовательских задач в биологических исследованиях и соответствующие им методы. Основные этапы биометрического анализа: 1 - формализация данных и задач, 2 - подбор методов и математическая обработка данных, 3 - биологическая интерпретация математических результатов. Использование биометрии в рамках НИРС. Общие рекомендации по изучению биометрии. Особенности биологических исследований и данных.

Особенности изучения роста и органогенеза у растений. Простейшие приемы сравнения таксонов. Понятие о факторном анализе. Количественные показатели флор и фаун, их свойства и способы сравнения. Показатели и индексы биологического разнообразия.

Тема 2. Наиболее применимые показатели биометрии

Единичные и массовые явления. Вариабельность биологических показателей. Понятие генеральной совокупности. Выборочные исследования. Общие правила определения объема выборки. Репрезентативность и рандомизированность выборки и способы их обеспечения. Параметры и показатели биологических систем разных уровней. Категории признаков биологических объектов: качественные, альтернативные, количественные, мерные, счетные. Планирование эксперимента. Требования к первичным данным. Независимые и связанные даты. Сбор и накопление, структурированная регистрация первичных данных.

Группировка данных, составление вариационного ряда, его графическое изображение. Основные типы распределений - нормальное, биномиальное, пуассоновское. Эмпирические распределения, их сопоставление с теоретическими. Построение

коррелятивной решетки. Понятие дисперсионного комплекса, его построение, разнообразие типов комплексов.

Средние величины, их свойства и применение. Разнообразие групповых свойств. Показатели разнообразия и их использование. Репрезентативность выборочных показателей. Точность опыта. Статистические ошибки. Доверительный интервал. Способы и нормы представления результатов обработки данных.

Основные методы и критерии достоверности различий. Определение достоверности различий статистических параметров. Быстрые методы обработки экспериментальных данных. Непараметрические методы сравнения. Оценка различия распределений. Непараметрические методы сравнения распределений.

Сущность метода дисперсионного анализа, его возможности и условия применения в биологии. Общая логическая схема дисперсионного анализа, разнообразие дисперсионных комплексов и подбор варианта формул и приемов для расчетов. Дисперсионный анализ однофакторных комплексов. Дисперсионный анализ двухфакторных комплексов. Общая итоговая таблица результатов дисперсионного анализа, их представление и трактовка, формулировка выводов.

Основы корреляционного анализа. Методы и приемы вычислений связи, оценка достоверности, сравнение. Область применения корреляционного анализа, представление результатов и характер выводов.

Основы регрессионного анализа. Понятие о регрессии, эмпирическая линия и уравнение регрессии. Прямая, обратная, линейная и нелинейная регрессия. Методы и приемы построения уравнений регрессии. Оценки и сравнение регрессии. Область применения регрессионного анализа. Представление результатов и характер выводов.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Практические занятия

Тема 1. Математические методы в современной биологии

1. Изучение признаков биологических объектов. Изучение признаков биологических объектов. Сбор первичных данных. Группировка данных.
2. Задачи и техника первичной обработки данных. Формирование электронной таблицы. Ранжирование, выявление и оценка высказывающихся величин.
3. Типы распределений. Техника сравнения распределений.

Тема 2. Наиболее применимые показатели биометрии

1. Средние величины и показатели разнообразия, их свойства и применение. Алгоритмы определения основных параметров нормального распределения.
2. Непараметрические критерии различий.
3. Сравнение статистических показателей и распределений, оценки достоверности различий.
4. Методы и приёмы корреляционного анализа
5. Регрессионный анализ: построение и анализ графиков зависимостей и подбор уравнений регрессии.
6. Дисперсионный анализ одно- и двухфакторных комплексов.

4.4 Организация изучения учебного модуля

Организация процесса изучения модуля направлена на последовательное освоение знаний и формирование необходимых умений.

Организация освоения модуля

Раздел / тема модуля	Лекции	Основные методы контроля	Другие методы контроля
Тема 1. Математические методы в современной биологии	Информационная лекция	ПЗ	Теоретическая контрольная работа
Тема 2. Наиболее применимые показатели биометрии			Практическая контрольная работа Рецензирование

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования», а также положения «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников»

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

При изучении УМ используются:

- А. Гербарный материал из архива кафедры;
- В. ПК с установленным пакетом программ MS Office, в т. ч. MS Excel;
- С. Набор инструментов для измерений

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля.

Б – Технологическая карта.

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ.

Приложение А

**Методические рекомендации по организации изучения
учебного модуля
«Математические методы в биологии»**

**1 Общие рекомендации для организации учебного процесса
при освоении учебного модуля**

Процесс изучения учебного модуля складывается из нескольких этапов.

Первым из них является *восприятие* предмета, которое связано с выделением его из фона и определением его существенных свойств. На этом этапе в основном применяется *объяснительно-иллюстративный метод обучения*. Студенты получают знания на лекции, из учебной или методической литературы, через экранное пособие в "готовом" виде. Воспринимая и осмысливая факты, оценки, выводы, студенты остаются в рамках репродуктивного (воспроизводящего) мышления. Данный метод находит применение для передачи большого массива информации в информационных лекциях.

Этап *осмысления*, на котором происходит усмотрение наиболее существенных вне- и внутрисубъектных связей и отношений. Используется *репродуктивный метод обучения*, при котором деятельность обучаемых носит алгоритмический характер, т.е. выполняется по инструкциям, предписаниям, правилам в аналогичных, сходных с показанным образцом ситуациях. Этот метод используется при выполнении практических работ.

Этап *формирования* знаний предполагает процесс запечатления и *запоминания* выделенных свойств и отношений в результате многократного их восприятия и фиксации. Используется, написание контрольных работ.

Этап активного *воспроизведения* субъектом воспринятых и понятых существенных свойств и отношений. Для перехода на этот уровень используется защита практических работ.

Этап *преобразования* знаний связан либо с включением вновь воспринятого знания в структуру прошлого опыта, либо с использованием его в качестве средства построения или выделения другого нового знания (использование данных ВКР для биометрической обработки).

Таким образом, знание проходит путь от первичного осмысления и буквального воспроизведения, далее:

- к пониманию (пороговый уровень формирования компетенции);
- применению знаний в знакомых и новых условиях (базовый уровень);
- оцениванию самим учащимся полезности, новизны этого знания (повышенный уровень)

Использование разнообразных интерактивных технологий обучения является логическим продолжением общей образовательной стратегии учебного модуля, суть которой выражается в комплексном действии трех основных методов обучения: модульно-рейтинговое, проблемное и развивающее обучение.

Модульно-рейтинговое обучение при разработке учебного модуля выразилось в следующих аспектах:

- содержание сформировано из взаимосвязанных разделов, которые при последовательном изучении повышает уровень освоения компетенции ПК-4;
- в процессе освоения модуля студенты (в результате участия в интерактивных формах обучения, выполнения творческих заданий), имеют возможность увеличивать и самостоятельно регулировать уровень знаний, умений и навыков, тем самым могут повышать или понижать свой рейтинг.

Рейтинговая оценка содержится в Технологической карте учебного модуля (Приложение В рабочей программы учебного модуля).

Значительная часть времени, выделяемого на дисциплину учебными планами, отводится на самостоятельную работу самих студентов. СРС используется для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению дисциплины.

Основное внимание в самостоятельной работе студентов уделяется:

- изучению вопросов теории вероятностей, лежащих в основе математической статистики;
- изучению программ, предназначенных для работы с опытными данными (ДР-2);
- применению полученных знаний в статистической обработке опытных данных собственных исследований ;
- изучению требований к статистическому представлению данных в научных изданиях;
- изучению существующих математических моделей биологических систем процессов;
- прогнозированию и планированию натурального эксперимента с учётом правил, применимых к генеральной совокупности.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине включает в себя:

- подготовку к занятиям, включая написание конспектов лекций непосредственно на лекции, полное оформление отчетов по практическим занятиям,
- подготовку к защитах практических занятий (ПР),
- подготовку к контрольным работам;
- подготовку к рецензированию.

2 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

2.1 Используемые технологии

В преподавании курса основной упор необходимо делать не на запоминание огромного количества теоретического материала, а на подготовку студентов к применению биометрических методов на уровне своих возможностей. В связи с этим основным методом донесения теоретического материала остаётся информационная лекция с чередованием практическими занятиями.

Информационная лекция используется при изучении таких тем, которые требуют создания ориентировочной базы для организации последующих интерактивных способов обучения и усвоения необходимого материала. В ходе информационной лекции студентам предполагается изложить необходимые сведения по теме, которые подлежат запоминанию и осмыслению, а также дальнейшему использованию во время подготовки к практическим занятиям.

2.2 Дополнительная литература, рекомендуемая для освоения модуля

1. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебн.пособие для биол. спец. Вузов – 4 изд.,перер.и доп. – М.: Высш. шк., 1990.–352 с.
2. Мыльников С.В. Азы биометрии: учебно-методическое пособие. СПб.: Издательство Н – Л, 2007. 60 с.
3. Яковлев В.Б. Статистика. Расчеты в MS Excel. М.: КолосС, 2005. 352 с.
4. Кирюшин Б. Д. Методика научной агрономии. Часть II. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. Учебное пособие. – М.: изд-во МСХА, 2005. – 199 с.
5. Кирюшин Б. Д., Усманов Р. Р., Васильев И. П. Основы научных исследований в агрономии/Б. Д. Кирюшин, Р. Р Усманов., И. П Васильев. М.: КолосС, 2009. – 398 с.
6. Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 183 с.

7. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. Петрозаводск, 1992. 245 с.
8. Кулаичев А.П. Методы и средства анализа данных в среде Windows. STADIA 6.0. - М.: Информатика и компьютеры, 1996. - 257 с.
9. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. - Петрозаводск, 1992.- 215 с.

Периодические издания:

1. Информационные технологии.
2. Информационные технологии в проектировании и производстве.
3. Информационные технологии и вычислительные системы.
4. Математические заметки.
5. Математическое моделирование.

3 Методические рекомендации по практической части учебного модуля

3.1 Используемые технологии

Практические работы являются способом освоения компетенции ПК-4 .

Курс построен как сквозная исследовательская работа на одну тему, общую для всей группы. Для активизации познавательной деятельности допускается выполнение всего цикла работ по биометрии на материалах собственной дипломной работы, если таковые имеют достаточный объем. Все практические работы курса выполняются в компьютерном классе. Форма работы – групповая, в микрогруппах по 2 -3 человека/1 компьютер. (При большем числе человек в микрогруппе эффективность работы снижается).

Оформляется отчет по практическому занятию, который включает в себя:

- определения;
- формулы с расшифровкой;
- расчёт;
- обоснованный вывод.

Рецензирование

Формируются критичность мышления, способность к оценочным суждениям. Задача на поиск ошибок в заведомо ошибочном тексте. Студент должен их обнаружить, обосновать свой выбор, изложить правильный вариант.

Тема: «Требования к представлению экспериментальных данных в публикациях».

3.2 Литература, рекомендуемая для освоения практической части модуля

1. Джелен Билл, Александер Майкл. Сводные таблицы в Microsoft Excel.: Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007. – 308 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стер. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
3. Мыльников С. В. Азы биометрии: учебно-методическое пособие/С. В. Мыльников. – СПб: изд-во Н-Л, 2007. – 60 с.
4. Ефимова М. Р. Практикум по общей теории статистики : учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2006. – 334 с.
5. Яковлев В. Б. Статистика, расчеты в Microsoft Excel. М.: КолосС, 2005. – 352 с.

4 Рекомендации по использованию ФОС при освоении модуля

Система оценки накопительного типа, основанного на рейтинговых изменениях, отражает успеваемость, творческий потенциал, психологическую и педагогическую характеристику. В основе контроля знаний лежит комплекс мотивационных стимулов, среди которых *своевременная* и *систематическая* оценка результатов труда ученика в точном соответствии с реальными достижениями учащихся, система поощрения успевающих. Помимо оценки уровня усвоения знаний, это метод системного подхода к изучению модуля.

При оценке каждого из видов работ учитываются:

- *Знание (пороговый уровень освоения компетенции)* (факты, терминология, теория, методы, принципы).
- *Понимание (базовый уровень освоения компетенции в области знаний)* (связи между явлениями, преобразование материала, описание следствий, вытекающих из данных).
- *Применение (базовый уровень освоения компетенции в области умений стандартного качества)* (использование понятий, принципов, правил в конкретных ситуациях).
- *Анализ (базовый уровень освоения компетенции в области умений эталонного качества)* (выделение скрытые предположения, существенных признаков, логики рассуждения).
- *Синтез (повышенный уровень освоения компетенции)* (написание самостоятельной работы, решение проблемы с опорой на знания из разных областей)

Приложение Б

Технологическая карта учебного модуля «Математические методы в биологии» семестр 3, ЗЕТ 3, вид аттестации – зачёт, акад. часов 108, баллов рейтинга 150

№ и наименование раздела учебного модуля	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак. час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Контактная работа (аудиторные занятия)				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Тема 1. Математические методы в современной биологии	1-7	10	10	-	4	24	ПЗ Теоретическая контрольная работа	40 20
Тема 2. Наиболее применимые показатели биометрии	7-18	17	17	-	5	30	ПЗ Практическая контрольная работа Рецензирование	55 20 15
ИТОГО		27	27	-	9	54		150

В соответствии с положениями «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

отлично	– 135–150;
хорошо)	– 105–134;
удовлетворительно	– 75–104.

Приложение В (обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Модуля «Математические методы в биологии»

Направление 06.03.01–Биология

Формы обучения дневная

Курс 3 Семестр 6

Часов: всего 108, лекций 27, практ. зан. 27, лаб раб –, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) – 54, зачет.

Обеспечивающая кафедра Биологии и биологической химии

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Мыльников С.В. Азы биометрии: учебно-методическое пособие. СПб.: Издательство Н – Л, 2007. – 60 с.	49	
2 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стер. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.	15	
3 Ефимова М. Р. Практикум по общей теории статистики : учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2006. – 334 с.	14	
Учебно-методические издания		
1 Рабочая программа учебного модуля. Коновалова М.А., 2017		
2 Генетика и биометрия: метод. указания/сост. А.Ю. Шуклина; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 27 с.		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-522
3 Организация самостоятельной работы студентов: метод. рекомендации / Авторы-сост. С.Н. Горычева, Е. Ю. Игнатьева; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 56 с.		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1607

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Российский биометрический портал	http://www.biometrics.ru/	
Статистический анализ: методы, аналитика, познавательные факты	http://statanaliz.info/index.php?start=66	
Биометрика	http://www.biometrica.tomsk.ru/	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Мыльников С.В. Азы биометрии: учебно-методическое пособие. СПб.: Издательство Н – Л, 2007. 60 с.	49	
2 Яковлев В.Б. Статистика. Расчеты в MS Excel. М.: КолосС, 2005. 352 с.	5	
3 Кирюшин Б. Д. Методика научной агрономии. Часть II. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. Учебное пособие. – М.: изд-во МСХА, 2005. – 199 с.	12	

Действительно для уч. года: 2016-2017, 2017-2018

Зав. кафедрой ББХ _____ Н. Н. Максимюк

СОГЛАСОВАНО:

Зав. отделом НБ НовГУ _____ Е. П. Настуняк