

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.Б.4 Методы моделирования и математической обработки
экспериментальных данных в биологии**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы
по направлению подготовки**

**06.04.01 Биология
направленность (профиль) «Общая биология»**

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

высшее образование – магистратура

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

магистр

квалификация

очная

форма обучения

2018

год набора

Составитель:

Смирнова А.А., канд.биол.наук,
доцент кафедры физики, биологии и
инженерных технологий



Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол №8 от 15 июня 2018 г.)

Зав. кафедрой

_____ Николаев В.Г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) – является расширение и углубление базовых знаний и навыков по вопросам выбора и применения математических и статистических методов обработки экспериментальных данных в биологии, что позволит выпускнику обладать универсальными и профессиональными компетенциями, способствующими его успешной профессиональной карьере.

В результате освоения дисциплины «Методы моделирования и математической обработки экспериментальных данных в биологии» обучающийся должен:

знать:

- основы моделирования, классификацию способов представления моделей биологических процессов;
- творчески использовать разделы математики, которые нашли применение в биологических исследованиях и разрабатывать математические модели, оценивать их адекватность и точность;
- строить модели биологических систем, проводить их анализ и осуществлять содержательную интерпретацию результатов моделирования;
- основы теории вероятностей и математической статистики, классические и современные математические и статистические методы, используемые в биологии;
- возможности и ограничения конкретных статистических методов, уметь подобрать адекватный метод анализа в соответствии с целью исследования и характером статистических данных;
- о существующих подходах к статистическому анализу экспериментальных данных

уметь:

- самостоятельно выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные, биологические исследования с использованием математических моделей;
- применять простейшие готовые математические модели для решения конкретных прикладных задач в биологии;
- применять адекватные математические методы анализа данных биологических исследований; уметь профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты исследований;
- оценивать значимость различия показателей в разных совокупностях, определять величину и направление связи между переменными величинами признаков объектов совокупности;
- производить статистическую обработку результатов эксперимента, устанавливать характер и тип распределения объектов с разными параметрами признака;
- формулировать и проверять выдвигаемые статистические гипотезы, организовать и провести научный эксперимент, обобщать результаты опыта и формулировать выводы.

владеть:

- навыками выполнения лабораторных, биологических исследований, творчески использовать знания методов математического моделирования;
- методами математического моделирования биологических процессов и методами анализа математических моделей;
- методами применения простейших готовых математических моделей для решения конкретных прикладных задач в биологии;
- содержательной интерпретацией результатов статистической обработки экспериментальных данных;
- практическими навыками статистически обрабатывать данные с использованием электронных таблиц (Excel), математических пакетов общего назначения (MathCAD) и специализированных программ статистического анализа (Statistica, SPSS и др.).

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов (ОПК-4);
- готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7);
- способность профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам (ОПК-9).

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.4 «Методы моделирования и математической обработки экспериментальных данных в биологии» относится к базовой части общенаучного цикла и направлена на развитие умений адекватного использования математических и статистических методов при планировании научных исследований, статистической обработки полученных данных, формулировки выводов и предназначена для студентов 2 курса обучающихся по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленность (профиль) Общая биология.

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЁТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы или 144 часа (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоёмкость в ЗЕТ	Общая трудоёмкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	1	4	144	8	14	-	22	6	86	-	-	экзамен
Итого:		4	144	8	14	-	22	6	86	-	-	экзамен

В интерактивной форме часы используются в виде: группой дискуссии, заслушивании и обсуждении подготовленных студентами докладов по тематике дисциплины.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	СРС Кол-во часов на	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
	РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В БИОЛОГИИ							
1	Тема 1. Математические модели в биологии	1	2		3		12	
2	Тема 2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	1	2		3		12	
3	Тема 3. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.	1	2		3		12	
	Тема 4. Модели роста популяций. Классические модели	1	2		3	2	12	
	РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В БИОЛОГИИ							
4	Тема 5. Введение в начала обработки экспериментальных данных. Статобработка данных	2	2		4		12	
5	Тема 6. Функции распределения и их свойства	1	2		3	2	12	
6	Тема 7. Метод наименьших квадратов. Учет всех видов погрешностей	1	2		3	2	14	
	Итого:	8	14	–	22	6	86	

Содержание дисциплины

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

Тема 1. Математические модели в биологии

Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем.

Тема 2. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка

Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению. Стационарное состояние (состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Решение линейного дифференциального уравнения. Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост. Рост колонии микроорганизмов. Популяционное моделирование

Тема 3. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений.

Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Метод изоклин. Главные изоклины. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр. Пример: химические реакции первого порядка

Тема 4. Модели роста популяций. Классические модели

Непрерывные модели: экспоненциальный рост, логистический рост, модели с наименьшей критической численностью. Модели с неперекрывающимися поколениями. Дискретное логистическое уравнение. Ограничения по субстрату. Модели Моно и Михаэлиса-Ментен. Базовая модель взаимодействия. Конкуренция. Отбор. Модель альтернативного синтеза двух ферментов Жакоба и Моно как триггерная система. Классические модели Лотки и Вольтерра. Колебания и ритмы в биологических системах. Модели взаимодействия видов. Автоколебательные системы. Гликолиз

РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ В БИОЛОГИИ

Тема 5. Введение в начала обработки экспериментальных данных. Статобработка данных

Физика и измерения. Примеры статобработки данных. Характеристики случайной величины. Что является целью измерения? Ошибка измерений. Систематические ошибки. Случайные ошибки. Промехи. Статистическая обработка результатов измерений. Генеральная совокупность и выборка. Кривая распределения результатов. Плотность вероятности. Функция распределения, математическое ожидание, дисперсия и другие моменты

Тема 6. Функции распределения и их свойства

Равномерное (прямоугольное) распределение. Распределение Пуассона. Распределение Гаусса. Функция ошибок. Погрешности прямых и косвенных измерений Случайная ошибка и ее описание Оценка истинного значения искомой величины и оценка ошибки измерения по экспериментальным данным Точность определения величины X . Среднеквадратичная ошибка среднего и распределение Стьюдента Правила обработки прямого многократного измерения. Оценка погрешности при косвенных измерениях

Тема 7. Метод наименьших квадратов. Учет всех видов погрешностей

Основные формулы метода наименьших квадратов Метод наименьших квадратов и проблема ``нуля''. Учет всех видов погрешностей. Взвешивание результатов Учет систематической ошибки. Ошибки и здравый смысл Статистическая проверка гипотез. Интеграл ошибок. Коэффициент Стьюдента.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература:

1. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии : научное издание / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - Москва: Физматлит, 2009. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1192-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67304>
2. Калаева, Е.А. Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании : учебник / Е.А. Калаева, В.Г. Артюхов, В.Н. Калаев ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет». - Воронеж : Издательский дом ВГУ - 284 с. : схем., табл., ил. - (Учебник Воронежского государственного университета). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9273-2241-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441590>

Дополнительная литература:

1. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами : учебное пособие / Е.А. Андреева, Н.А. Шилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 241 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-00880-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265>
2. Ильичев, В.Г. Устойчивость, адаптация и управление в экологических системах / В.Г. Ильичев. - Москва : Физматлит, 2009. - 190 с. - ISBN 978-5-9221-1039-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82801>
3. Корягина, Ю.В. Руководство к практическим занятиям по биологической статистике : учебное пособие / Ю.В. Корягина ; Министерство спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. - Омск : Издательство СибГУФК, 2011. - 88 с. : схем., табл., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274605>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными

материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники).

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная база данных Scopus.

7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений <http://www.informio.ru/>

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.