

**Компонент ОПОП 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура,  
направленность (профиль) Морские биоресурсы и марикультура**  
наименование ОПОП

**ФТД.03**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины  
(модуля)

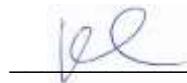
**Практикум по математическому моделированию**

Разработчик (и):  
Приймак П.Г.,  
доцент кафедры биологии и биоресурсов  
канд. биол. наук

Тюкина О.С.  
старший преподаватель  
кафедры биологии и биоресурсов

Утверждено на заседании кафедры  
биологии и биоресурсов  
протокол № 8 от 21.03.2024г.

Заведующий кафедрой БиБР



Кравец П.П.

Мурманск  
2024

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 3 з.е.

### 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-6. Способен применять современные информационные технологии в профессиональной деятельности	ПК-6.1. Применяет современные информационные технологии в профессиональной деятельности.	<b>Знать:</b> основные методы и модели информационно-коммуникационных технологий для решения задач в профессиональной деятельности <b>Уметь:</b> использовать в профессиональной деятельности современные информационные технологии и программные средства, включая управление крупными массивами данных и их интеллектуальный анализ, для решения задач в профессиональной деятельности <b>Владеть:</b> методическим инструментарием применения современных информационных технологий и программных средств, включая управление крупными массивами данных и их интеллектуальный анализ

### 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1 Введение. Типы моделей.** Анализ процессов как основа моделирования. Выборка как субъект анализа. Качественные, количественные (метрические, меристические) и альтернативные признаки.

**Тема 2 Типы распределений. Группировка данных. Вариационный ряд.** Составление вариационного ряда и его графическое изображение. Случайные события. Их вероятность и свойства. Асимметрия и эксцесс. Критерий соответствия  $\chi^2$ . Законы распределения. Закон больших чисел. Понятие о центральной предельной теореме. Индекс структурности. t-статистика.

**Тема 3 Сравнение распределений.** Проверка гипотез о законах распределения. Задача проверки нормальности выборочного распределения. Применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения.

**Тема 4 Виды средних величин и показатели вариации.** Их применение. Вычисление средней. Среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение. Правило исключения «выскакивающих» значений. Репрезентативность выборочных показателей, вычисление статистических ошибок и достоверности. Доверительный интервал и его границы. Установление точности опыта (оценки параметров) и определение численности выборки для получения результата с заданной точностью.

**Тема 5 Оценка существенности различий (достоверности) при сравнении двух независимых выборок.** Непараметрические критерии оценок. Критерий Уайта. Критерий лямбда ( $\lambda$ ).

**Тема 6 Анализ статистических связей.** Основы корреляционного анализа. Понятие корреляции. Вычисление коэффициента корреляции при больших выборках. Методы множественной и частной корреляции. Корреляционное отношение. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

**Тема 7 Регрессия и сравнение коэффициентов корреляции.** Коэффициент автокорреляции. Частный и множественный коэффициент корреляции. Сравнение нескольких выборочных коэффициентов корреляции. Альтернативная изменчивость и методы её анализа. Вычисление статистических констант. Коэффициент корреляции (ассоциации) при альтернативной изменчивости.

**Тема 8 Линейная регрессия.** Оценка параметров линейной регрессии. Нелинейные связи в биологии и способы их линеаризации.

**Тема 9 Элементы дисперсионного анализа.** Содержание метода, его назначение и задачи. Дисперсионный анализ однофакторных комплексов для количественных признаков. Дисперсионный анализ качественных признаков. Однофакторный дисперсионный анализ с фиксированными и со случайными эффектами.

**Тема 10 Дисперсионный анализ двухфакторных и многофакторных комплексов.** Для количественных и качественных признаков. Понятие о множественном регрессионном, дисперсионном и корреляционном анализах.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- Методические указания к самостоятельной работе и формам контроля представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- Методические указания к практическим работам представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);

- задания текущего контроля;

- задания промежуточной аттестации;

- задания внутренней оценки качества образования.

### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### *Основная литература*

1. **Казакова, Г. Б.**, Статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие по дисциплине "Математические методы в биологии" для аспирантов, обучающихся по специальностям 03.00.16 "Экология" и 03.00.32 "Биологические ресурсы". [В 3 ч.]. Ч. 1 / Г. Б. Казакова; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 639 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. - Имеется печ. аналог 2008 г.

2. **Кузьмина, И. А.**, Малый практикум по гидробиологии : учеб. пособие для высш. и сред. проф. учеб. заведений / И. А. Кузьмина. - Москва : Колос, 2007. - 227 с. : ил. - (Учебник). - Библиогр.: с. 226. – 12 экз.

3. **Математическое моделирование** : учебное пособие / составитель Е. М. Смирнова. — Санкт-Петербург : СПбГАВМ, 2019. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137597>

#### *Дополнительная литература*

4. Кремер, Н. Ш., Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / Н. Ш. Кремер. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити, 2006; 2004. - 573 с. – 15 экз.

5. Лунин, В. И., Физическое и математическое моделирование в промышленном рыболовстве : учеб. пособие по курсу "Промышленное рыболовство" / В. И. Лунин; Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству ; МГТУ. - Мурманск : МГТУ, 2000. - 141 с. – 162 экз.

6. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами / 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. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312265>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-261-00880-4. – Текст : электронный.

7. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537454>

## 6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
2. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации URL: <https://minobrnauki.gov.ru/>
3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки URL: <https://obrnadzor.gov.ru/>
4. Федеральный портал «Российское образование» URL: <http://www.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» URL: [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов URL [school-collection.edu.ru](http://school-collection.edu.ru)
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов URL [fcior.edu.ru](http://fcior.edu.ru)
8. Портал инклюзивного образования URL <https://xn--80aabdcpejeebhqo2afglbd3b9w.xn--p1ai/>
9. Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" URL <http://e.lanbook.com>
10. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн" URL <http://biblioclub.ru/>
11. Электронно-библиотечная система "IPRbooks" URL <http://iprbookshop.ru>
12. Электронно-библиотечная система "Рыбохозяйственное образование" URL <http://lib.klgtu.ru/jirbis2/>
13. Электронная библиотечная система "Консультант студента" URL <http://www.studentlibrary.ru/>
14. Электронно-библиотечная система ЭБС "Троицкий мост" URL <http://www.trmost.com/tm-main.shtml?lib>
15. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru" URL <https://www.book.ru/>
16. Электронно-библиотечная система "ibooks.ru" URL <http://ibooks.ru/>
17. Электронно-библиотечная система "БиблиоРоссика" URL <http://www.bibliorossica.com>
18. Электронно-библиотечная система "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" URL <http://www.rucont.ru/>
19. Электронно-библиотечная система "Юрайт" URL <https://urait.ru/>
20. Электронно-библиотечная система Интермедиа URL <http://www.intermedia-publishing.ru/mgr/allowed/>
21. ЭБС "БиблиоТех" URL <https://mstuedu.bibliotech.ru/>
22. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" URL <http://www.knigafund.ru/>
23. ЭБС [znaniy.com](http://znaniy.com) издательства "ИНФРА-М" URL <http://www.znaniy.com>
24. ЭБС НИТУ "МИСиС" URL <http://lib.misis.ru/registr.html>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Операционная система Microsoft Windows Vista*
- 2) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 3) *Офисный пакет Microsoft Office 2010*
- 4) *Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating*
- 5) *Электронный переводчик PROMT NET 8.5*
- 6) *Электронный переводчик PROMT NET 9.5*
- 7) *Электронные словари ABBYY Lingvo x3*
- 8) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*
- 9) *SANAKO STUDY 1200*
- 10) *АСОН: САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2011, ЛОЦМАН:PLM, Материалы и Сортаменты, АРМ FEM, КОМПАС-3D V13*
- 11) *Программные продукты Autodesk*
- 12) *Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x/10.x*
- 13) *MathWorks MATLAB 2009 /2010*
- 14) *Программный комплекс «Компьютерная деловая игра БИЗНЕС-КУРС: Максимум. Версия 1. Коллективный вариант на 10 команд»*
- 15) *Statsoft Statistica for Windows v.6, Statsoft Statistica Neural Networks for Windows v.6*
- 16) *ПСП «Стройэкспертиза» комплекс программ «Фундаменты»*
- 17) *SCADsoft SCAD Office версия 21*
- 18) *Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite, антивирус Dr.Web Server Security Suite*
- 19) *Комплекс программного обеспечения «А-ноль»*
- 20) *Программа «Адепт: Управление строительством. Управление проектами»*
- 21) *Программный продукт «Торосад»*
- 22) *Программный продукт Erwin Data Modeler*
- 23) *Программный комплекс «ГРАНД-смета версия STUDENT»*
- 24) *Программное обеспечение T-FLEX*
- 25) *Антивирус Avira Business Security Suite*
- 26) *Программное обеспечение «Антиплагиат»*
- 27) *IC:Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях*
- 28) *Программный продукт АБС «Управление кредитной организацией» для ВУЗов*
- 29) *Программный продукт CorelDRAW Graphics Suite X4 Classroom License MUL 15+1*
- 30) *Программный продукт ChemBioOffice Ultra Academic Edition*

## **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения			
	Очная			
	Семестр			Всего часов
	4			
Лекции	14			14
Практические занятия	14			14
Лабораторные работы				
Самостоятельная работа	80			80
Подготовка к промежуточной аттестации				
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>			<b>108</b>
/ из них в форме практической подготовки				

### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен				
Зачет/зачет с оценкой	+			+
Курсовая работа (проект)				
Количество расчетно-графических работ				
Количество контрольных работ	1			1
Количество рефератов				
Количество эссе				

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
1	Составление вариационного ряда и его графическое изображение. Асимметрия и эксцесс. Законы распределения.
2	Проверка гипотез о законах распределения. Проверки нормальности выборочного распределения. Применение коэффициентов асимметрии и эксцесса для проверки нормальности распределения.
3	Вычисление средней. Различные виды средних величин, их применение. Использование «описательной статистики» в программных оболочках.
4	Корреляционный анализ. Понятие корреляции. Вычисление коэффициента корреляции при больших выборках. Методы множественной и частной корреляции. Корреляционное отношение. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
5	Коэффициент автокорреляции. Сравнение коэффициентов корреляции. Коэффициент корреляции (ассоциации) при альтернативной изменчивости.
6	Линейная регрессия. Оценка параметров.
7	Дисперсионный анализ однофакторных комплексов для количественных признаков.