



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Н.А. Кострикова
18.05.2022

Рабочая программа дисциплины
программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГИДРОБИОЛОГИИ

Группа научных специальностей
1.5 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность
1.5.16. ГИДРОБИОЛОГИЯ

Институт рыболовства и аквакультуры

РАЗРАБОТЧИК
ВЕРСИЯ
ДАТА ВЫПУСКА

Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры
1
21.02.2022

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «**Математические методы в гидробиологии**» является получение базы математической и статистической обработки данных гидробиологических исследований на современном уровне и приобретение компетенций по использованию современных методов планирования и анализа результатов исследований на разных уровнях научного подхода. Задача дисциплины – формирование знаний, навыков и умений в математической обработке, анализе и интерпретации гидробиологических исследований.

Задачи изучения дисциплины «**Математические методы в гидробиологии**»:

- знать о методах представления первичных рядов данных исследований;
- о формах учета результатов наблюдений и точности измерений и репрезентативности исследований;
- о методах исследования законов распределения полученных результатов;
- о методах дисперсионного, корреляционного, регрессионного анализов;
- о существующих методах исследования гидробионтов и организации полевой и экспериментальной работы.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП

Дисциплина «**Математические методы в гидробиологии**» относится к образовательному компоненту «Дисциплины (модули)» программы аспирантуры по научной специальности **1.5.16. Гидробиология** и является базой для подготовки к кандидатскому экзамену и проведения научно-исследовательской деятельности.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- основной круг проблем (задач), встречающихся в сфере гидробиологических исследований и основные способы (методы, алгоритмы) их решения, методы научно-исследовательской деятельности, методы критического анализа и оценки современных научных достижений;

уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов (при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений)

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов, обосновывать актуальность выбранного направления исследования, адекватно подбирать средства и методы для решения поставленных в научном исследовании задач;

- разрабатывать новые методы исследования в научно-исследовательской деятельности в составе научно-исследовательского и производственного коллектива.

владеть:

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- навыками поиска необходимой информации для решения профессиональных задач в составе научно-исследовательского и профессионального коллектива, навыками планирования новых методов исследования в научной деятельности, современными методами;

- инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности, навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Введение. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Цели и задачи математического обеспечения в гидробиологии.

Тема 2. Группировки первичных данных. Понятие статистической совокупности. Варьирование признаков, вариации и варианты. Классификация признаков: качественные и количественные. Погрешность или ошибка измеряемой величины. Переменная случайная величина. Формы учета результатов наблюдений. Точность измерений. Способы группировки первичных данных. Статистические ряды как особая форма группировки данных. Вариационные ряды и методы их построения, относительные частоты, ранжирование данных

Тема 3. Основные характеристики варьирующих данных. Статистические характеристики, средние величины, показатели вариации, плотность распределения, средняя плотность распределения. Средняя арифметическая: простая и взвешенная. Средние гармоническая, квадратическая, кубическая, геометрическая. Показатели вариации, размах вариации. Дис-

персия и ее свойства. Поправка Бесселя. Число степеней свободы. Среднеквадратическое отклонение. Коэффициент вариации. Нормированное отклонение. Медиана, мода, квантили.

Тема 4. Законы распределения. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение. Параметры дискретных распределений. Распределение Максвелла. Асимметрия и эксцесс. Распределение Шарлье.

Тема 5. Оценка генеральных параметров. Генеральная совокупность и выборка. Объем выборки, репрезентативность выборки. Статистические ошибки: ошибка репрезентативности, дисперсия выборочного распределения, квадратическая ошибка статистики. Показатель точности оценок: ошибки медианы, дисперсии, среднеквадратического отклонения, выборочной доли с поправкой Пирсона, абсолютной частоты. Интервальные оценки. Доверительные интервалы для генеральной средней, генеральной дисперсии, коэффициента вариации, доли. Уровень значимости

Тема 6. Критерии достоверности оценок. Параметрические критерии: критерий Стьюдента (t-распределение), критерий Фишера (F-распределение). Оценка разности между коэффициентами вариации. Непараметрические критерии: X-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков z, T-критерий Уилкоксона.

Тема 7. Проверка гипотез о законах распределения. Коэффициенты асимметрии и эксцесс как критерии нормального распределения. Критерий хи-квадрат. Критерий Ястремского J. Оценка трансгрессии рядов. Проверка сомнительных вариантов.

Тема 8. Корреляционный анализ. Функциональная зависимость и корреляция. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции, ковариация, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициенты детерминации, оценка формы связи. Непараметрические показатели связи: коэффициент корреляции Фихнера, коэффициент корреляции рангов, коэффициент ассоциации, коэффициент ассоциации Юла, коэффициент взаимной сопряженности, коэффициент корреляции знаков. Множественная и частная корреляция.

Тема 9. Регрессионный анализ. Понятие регрессии. Линейная регрессия: уравнение регрессии, коэффициент регрессии. Выравнивание эмпирических рядов регрессии: графический способ, способ скользящей средней, метод наименьших квадратов. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Оценка достоверности показателей регрессии. Выбор уравнения регрессии.

5 ОБЪЕМ (ТРУДОЁМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ) И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ, ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ ПО НЕЙ

Общая трудоемкость дисциплины «Математические методы в гидробиологии» составляет 2 зачетных единиц (ЗЕТ), т.е. 72 академических часов контактной (12 ч – лекционных и 6 ч – практических занятий) и 54 ч самостоятельной учебной работы аспиранта; работой, связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы аспиранта приведено ниже.

Форма аттестации по дисциплине: очная форма, **3 год обучения** – зачет.

Таблица 1 - Объем (трудоемкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Семестр – 5, трудоемкость – 5 ЗЕТ (180 час.)					
Тема 1. Введение. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Цели и задачи математического обеспечения в гидробиологии.	1	-	-	6	7
Тема 2. Группировки первичных данных. Понятие статистической совокупности. Варьирование признаков, вариации и варианты. Классификация признаков: качественные и количественные. Погрешность или ошибка измеряемой величины. Переменная случайная величина. Формы учета результатов наблюдений. Точность измерений. Способы группировки первичных данных. Статистические ряды как особая форма группировки данных. Вариационные ряды и методы их построения, относительные частоты, ранжирование данных.	2	-	1	6	9
Тема 3. Основные характеристики варьирующих данных. Статистические характеристики, средние величины, показатели вариации, плотность распределения, средняя плотность распределения. Средняя арифметическая: простая и взвешенная. Средние гармоническая, квадратическая, кубическая, геометрическая. Показатели вариации, размах вариации. Дисперсия и ее свойства. Поправка Бесселя. Число степеней свободы. Среднеквадратическое отклонение. Коэффициент вариации.	2	-	1	6	9

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Нормированное отклонение. Медиана, мода, квантили.					
Тема 4. Законы распределения. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона. Нормальное распределение. Параметры дискретных распределений. Распределение Максвелла. Асимметрия и эксцесс. Распределение Шарлье.	2	-	1	6	9
Тема 5. Оценка генеральных параметров. Генеральная совокупность и выборка. Объем выборки, репрезентативность выборки. Статистические ошибки: ошибка репрезентативности, дисперсия выборочного распределения, квадратическая ошибка статистики. Показатель точности оценок: ошибки медианы, дисперсии, среднеквадратического отклонения, выборочной доли с поправкой Пирсона, абсолютной частоты. Интервальные оценки. Доверительные интервалы для генеральной средней, генеральной дисперсии, коэффициента вариации, доли. Уровень значимости.	1	-	1	6	8
Тема 6. Критерии достоверности оценок. Параметрические критерии: критерий Стьюдента (t-распределение), критерий Фишера (F-распределение). Оценка разности между коэффициентами вариации. Непараметрические критерии: X-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков z, T-критерий Уилкоксона.	1	-	1	6	8
Тема 7. Проверка гипотез о законах распределения. Коэффициенты асимметрии и эксцесс как критерии нормального распределения. Критерий хи-квадрат. Критерий Ястремского J. Оценка трансгрессии рядов. Проверка сомнительных вариантов.	1	-	-	6	7
Тема 8. Корреляционный анализ. Функциональная зависимость и корреляция. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции, ковариация, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициенты детерминации, оценка формы свя-	1	-	1	6	8

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				Всего
	Контактная работа			СР	
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
зи. Непараметрические показатели связи: коэффициент корреляции Фихнера, коэффициент корреляции рангов, коэффициент ассоциации, коэффициент ассоциации Юла, коэффициент взаимной сопряженности, коэффициент корреляции знаков. Множественная и частная корреляция.					
Тема 9. Регрессионный анализ. Понятие регрессии. Линейная регрессия: уравнение регрессии, коэффициент регрессии. Выравнивание эмпирических рядов регрессии: графический способ, способ скользящей средней, метод наименьших квадратов. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Оценка достоверности показателей регрессии. Выбор уравнения регрессии.	1	-	-	6	7
Учебные занятия	12	-	6	54	72
Промежуточная аттестация	зачет				
Итого по дисциплине					72

ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа аспирантов

6 ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ (РАБОТЫ)

Не предусматриваются.

7 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела	Темы практических работ	Кол-во часов
1	1	Группировки первичных данных.	-
2	2	Основные характеристики варьирующих данных	1
3	3	Законы распределения	1
4	4	Оценка генеральных параметров	1
5	5	Критерии достоверности оценок	1
6	6	Проверка гипотез о законах распределения	1
7	7	Дисперсионный анализ	-
8	8	Корреляционный анализ	1
9	9	Корреляционный анализ	-
ИТОГО			6

8 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 3 - Объем (трудоемкость освоения) и формы СР

№	Вид (содержание) СР	Кол-во часов	Форма контроля, аттестации
		Очная форма	
1.	Освоение теоретического учебного материала	54	Текущий контроль: тесты контроль на ПЗ
Итого		54	

9 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

Основная литература

Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов: учебное пособие. Л.: изд-во ЛГУ, 1986. -97 с.

Лакин.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974. – 268 с.

Федоров В.Д, Гильманов Т.Г. Экология. М.: изд-во МГУ, 1980 г.

Дополнительная литература

Плохинский Н.А. Биометрия. М.: Высшая школа, 1970. – 360 с.

Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. – 424 с.

Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л., 1971 г.

Доспехов Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. Л.: Наука, 1972. – 320 с.

Дополнительная литература

Силкин_К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8-Воронеж ВГУ, 2008. – 320 с.

Боровиков В.П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб: Питер, 2003. – 688 с.

10 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии

В ходе освоения дисциплины, обучающиеся используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета.

Программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021)
2. Офисное приложение MS Office Standard 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021)
3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12)
4. Google Chrome (GNU)

Интернет-ресурсы

1. www.wikipedia.org/wiki - поисковая система «Википедия. Свободная энциклопедия».
2. <http://office.microsoft.com/ru-ru/training/>

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированные аудитории: лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории 427 – учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная аудитория укомплектована специализированной (учебной) мебелью - учебной доской, столом преподавателя, партами, стульями. В процессе работы может использоваться переносная мультимедийная проекционная техника, профессиональные плакаты, информационные материалы, техническая документация, компьютер с выходом в интернет. Последний оснащен программным обеспечением Microsoft, офисными приложениями, MS Office Standard 2010, MS Windows 7 Professional, получаемые по программе "Open Value Subscription" (license V0948021 дата окончания 31.01.2021). Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite: AutoCAD, AutoCADCivil 3D (Договор #110001955026, Договор #110001703865, Договор #110001781500). Программа MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013, бессрочная).

Для самостоятельной работы аспирантов используется помещение для самостоятельной работы по адресу г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 431 а. Помещение оснащено столами и стульями, имеется 1 компьютер с подключением к сети Интернет и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения. Типовое ПО на всех ПК: 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021); 2. Офисное приложение MS Office 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021); 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12); 4. Google Chrome (GNU); 5. Эффектон (договор №348 от 29 августа 2013).

12 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

12.1 Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины (в т.ч. в процессе ее освоения), а также методические материалы, определяющие процедуры этой оценки приводятся в приложении к рабочей программе дисциплины (утверждается отдельно).

12.2 Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 3).

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

13 ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках дисциплины предусмотрены:

- лекционные занятия;
- практические занятия;
- самостоятельная работа аспирантов, включающая усвоение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий, рефератов, работа с учебниками, учебной и учебно-методической литературой, подготовка к текущему контролю успеваемости и к зачету;
- консультирование аспирантов (включая использование электронной почты) по вопросам учебного материала, написания тезисов, статей, докладов на конференции.

В рамках учебного курса должны быть предусмотрены встречи с представителями научно-исследовательских институтов, организаторами науки в вузах, мастер-классы экспертов и специалистов, участие в научных конференциях.

14 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина включает курс лекций, практические занятия и самостоятельную работу. Форма промежуточного контроля – зачет. Темы, рассматриваемые на лекциях, входят в перечень вопросов к зачету.

Самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды подготовки:

- подготовка к аудиторным занятиям по теме занятия;
- подготовка к зачету;
- подготовка к сдаче задолженности по пропущенному аудиторному занятию или при наличии оценки «неудовлетворительно» по итогам работы на одном или нескольких занятиях;
- работа над эссе.

Консультации проводятся в рамках общего графика консультаций кафедры. На консультациях аспирант задает вопросы, которые ему не понятны при изучении дисциплины. Зачет проводится в соответствии с требованиями, предъявляемыми в ВУЗе к промежуточной аттестации аспирантов.

15 СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ

Рабочая программа по дисциплине «**Математические методы в гидробиологии**» представляет собой образовательный компонент программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ» по научной специальности **1.5.16. Гидробиология**.

Автор программы - Е.Н. Наumenко, д.б.н., доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры водных биоресурсов и аквакультуры (протокол № 3 от 21.02.2022 г.).

Заведующий кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры

С.В. Шибаяев

Согласовано:

Начальник УПК ВНК _____ Н.Ю. Ключко

Заместитель директора по НИМД ИРА _____ А.С. Бурбах