

**Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова филиал
ФГБОУ ВО Донской ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИМФ

А.В. Федорян _____

" ____ " _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины	Б1.В.09 Математическое моделирование в научных исследованиях
Направление(я)	20.03.02 Природообустройство и водопользование
Направленность (и)	Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	заочная
Факультет	Инженерно-мелиоративный факультет
Кафедра	Водоснабжение и использование водных ресурсов
Учебный план	2024_20.03.02viv_z.plx.plx 20.03.02 Природообустройство и водопользование
ФГОС ВО (3++) направления	Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование (приказ Минобрнауки России от 26.05.2020 г. № 685)
Общая трудоемкость	108 / 3 ЗЕТ
Разработчик (и):	канд. техн. наук, доц., Кузнецова М.В.
Рабочая программа одобрена на заседании кафедры	Водоснабжение и использование водных ресурсов
Заведующий кафедрой	Гурин К.Г.
Дата утверждения плана уч. советом от 31.01.2024 протокол № 5.	
Дата утверждения рабочей программы уч. советом от 26.04.2023 протокол № 8	

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 14

самостоятельная работа 90

часов на контроль 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
Вид занятий	УП	РП		
Лекции	6	6	6	6
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	14	14	14	14
Контактная работа	14	14	14	14
Сам. работа	90	90	90	90
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Виды контроля на курсах:

Зачет	3	семестр
-------	---	---------

2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1	лю изучению дисциплины является формирование всех компетенций, предусмотренных учебным планом в области математического моделирования в научных исследованиях
-----	---

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.В
3.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
3.1.1	Гидравлика	
3.1.2	Гидрометрия	
3.1.3	Почвоведение	
3.1.4	Сопротивление материалов	
3.1.5	Учебная изыскательская практика по гидрометрии	
3.1.6	Учебная ознакомительная практика по почвоведению и геологии	
3.1.7	Геоинформационные системы	
3.1.8	Строительные материалы	
3.1.9	Теоретическая механика	
3.1.10	Экология	
3.1.11	Математика	
3.1.12	Учебная изыскательская практика по геодезии	
3.1.13	Физика	
3.1.14	Химия	
3.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
3.2.1	Восстановление водных объектов	
3.2.2	Гидротехнические сооружения отраслевого назначения	
3.2.3	Улучшение качества подземных вод	
3.2.4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	
3.2.5	Производственная практика - научно-исследовательская работа (НИР)	
3.2.6	Производственная преддипломная эксплуатационная практика	
3.2.7	Эксплуатация и мониторинг систем и сооружений природообустройства и водопользования	
3.2.8	Восстановление водных объектов	

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-13 : Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ПК-13.1 : Знает основные принципы анализа систем природообустройства и водопользования

ПК-13.2 : Умеет выполнять статистическую обработку результатов экспериментов

ПК-13.3 : Владеет опытом использование научных знаний для решения конкретных задач в области природообустройства и водопользования

ПК-15 : Способность принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать данные

ПК-15.1 : Знает основные понятия научных исследований и методологии, этапы проведения научных исследований

ПК-15.2 : Умеет выбирать и реализовывать методы ведения научных исследований в профессиональной области, анализировать и обобщать результаты исследований, доводить их до практической реализации

ПК-15.3 : Владеет навыками обработки, анализа и обобщения результатов исследования

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Интеракт.	Примечание
-------------	---	----------------	-------	------------	------------	-----------	------------

	Раздел 1. Общее представление о математическом моделировании. Понятие математической модели.						
1.1	Общее представление о математическом моделировании. Понятие математической модели. Функции моделей. Построение математической модели. Выбор метода и средства решения. Выполнение численных расчетов. Анализ результатов расчетов. Коррекция и доработка модели. /Лек/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
1.2	Применение математической модели при регулировании емкости, при управлении качества воды в водных объектах. Определение емкости бассейна суточного регулирования, обеспечивающего полив сельскохозяйственных культур /Пр/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
1.3	Изучение теоретического материала. Общее представление о математическом моделировании. Понятие математической модели. Функции моделей. Основы статистической обработки результатов наблюдений. Характеристика методов математической статистики. /Ср/	3	23	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
	Раздел 2. Статистическое моделирование. Применение методов статистического моделирования при решении прикладных задач.						
2.1	Основы статистической обработки результатов наблюдений. Характеристика методов математической статистики. Определение количественной и качественной изменчивости. /Лек/	3	1	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
2.2	Разработка математической модели – водохозяйственной системы, регулирование режимов работы водохранилища. Определение расхода воды в канале произвольного сечения /Пр/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
2.3	Изучение теоретического материала. Закон распределения случайной величины. Идентификация закона распределения. Применение методов дисперсионного анализа при изучении свойств /Ср/	3	23	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	

	Раздел 3. Имитационное моделирование. Методы составления имитационных моделей при изучении свойств природно-антропогенных объектов						
3.1	Применение методов дисперсионного анализа при изучении свойств случайных величин. Цели и задачи дисперсионного анализа. Виды дисперсионного анализа. Виды дисперсии. Содержание дисперсионного анализа. Построение математических моделей с использованием методов дисперсионного анализа. Методы построения функциональных зависимостей между двумя переменными. Пример построения зависимости между расходом и уровнем воды. Характеристика регрессионного и корреляционного анализов. Технология построения кривых регрессии. /Лек/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э4 Э5	0	
3.2	Разработка математической модели для целей регулирования качества воды в контрольном створе. Построение модели для расчета статистических и обобщенных характеристик стока /Пр/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
3.3	Изучение теоретического материала. Методы построения функциональных зависимостей между двумя переменными. Применение методов дисперсионного анализа при изучении свойств случайных величин. /Ср/	3	23	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
	Раздел 4. Оптимизационные модели. Применение оптимизационных моделей при решении прикладных задач.						
4.1	Построение математических моделей. Построение математической модели водохозяйственной системы, использование методов системного анализа, при построении математической модели. Модель элементов водохозяйственной системы, синтез математической модели, состоящей из отдельных элементов. /Лек/	3	1	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

4.2	Решение индивидуальных задач на применение методов математического моделирования при управлении различными параметрами ВХС. Применение методов корреляционного анализа при продлении рядов стока /Пр/	3	2	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
4.3	Изучение теоретического материала. Оптимизация. Примеры решения оптимизационных задач. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	3	21	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	
	Раздел 5. Подготовка к зачету						
5.1	Подготовка к зачету /Зачёт/	3	4	ПК-13.1 ПК-13.2 ПК-13.3 ПК-15.1 ПК-15.2 ПК-15.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	0	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Для студентов заочной и очно-заочной форм обучения проведение текущего контроля предусматривает контроль выполнения разделов индивидуальных заданий (письменных работ) в течение учебного года.

Промежуточная аттестация проводится в форме итогового контроля (ИК) по дисциплине:

3 курс: __

Форма: /зачет

Вопросы для подготовки к зачету (ИК),

1. Понятие математической модели задачи математического моделирования.
2. Общее представление о математическом моделировании.
3. Понятие математической моделей.
4. Функции моделей. Этапы построения математической модели.
5. Методы и средства решения задач при математическом моделировании.
6. Основы статистической обработки результатов наблюдений.
7. Определение количественной и качественной изменчивости.
8. Статистические характеристики количественной и качественной изменчивости.
9. Применение математических методов при исследовании гидрологических свойств рядов.
10. Понятия закона распределения случайной величины.
11. Идентификация закона распределения.
12. Моделирование случайных чисел.
13. Выборочный метод Монте-Карло.
14. Характеристика основных законов распределения. Нормальный закон распределения. t-распределение Стьюдента. F- распределение Фишера. Распределение Пуассона. Метод Монте-Карло.
15. Применение методов дисперсионного анализа при изучении свойств случайных величин. Цели и задачи дисперсионного анализа.
16. Виды дисперсионного анализа.
17. Виды дисперсии.
18. Содержание дисперсионного анализа.
19. Методы построения функциональных зависимостей между двумя переменными
20. Пример построения зависимости между расходом и уровнем воды. Характеристика регрессионного и корреляционного анализов.
21. Технология построения кривых регрессии.
22. Характеристика основных типов кривых регрессии.
23. Понятие корреляции.
24. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение.
25. Множественная корреляция.
26. Методы системного анализа при моделировании сложных систем.
27. Анализ и синтез сложных систем.
28. Разработка математической модели водохозяйственной системы.
29. Математические модели элементов водохозяйственной системы.
30. Оптимизация. Примеры решения оптимизационных задач. Постановка задачи математического

программирования. Анализ проблемной ситуации.

31. Построение оптимизационной математической модели.
32. Выбор метода и средства решения оптимизационных задач.
33. Построение математической модели водохозяйственной системы.

6.2. Темы письменных работ

-

6.3. Процедура оценивания

1. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ШКАЛЫ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оценка сформированности компетенций у студентов НИМИ ДонГАУ и выставление оценки по отдельной дисциплине ведется следующим образом:

- для студентов заочной и очно-заочной формы обучения оценивается по пятибалльной шкале, оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; «зачтено» или «не зачтено»

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Общий порядок проведения процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, соответствие индикаторам достижения сформированности компетенций определен в следующих локальных нормативных актах:

1. Положение о текущей аттестации знаний обучающихся в НИМИ ДГАУ (в действующей редакции).
 2. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (в действующей редакции).
- Документы размещены в свободном доступе на официальном сайте НИМИ ДонГАУ <https://ngma.su/> в разделе: Главная страница/Сведения об образовательной организации/Локальные нормативные акты.

6.4. Перечень видов оценочных средств

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

- разделы индивидуальных заданий (письменных работ) обучающихся;
- задачи и задания.

2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

- комплект билетов для экзамена. Хранится в бумажном виде на соответствующей кафедре. Подлежит ежегодному обновлению и переутверждению. Число вариантов билетов в комплекте не менее числа студентов на экзамене.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Аверченков В. И., Федоров В. П., Хейфец М. Л.	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Москва: ФЛИНТА, 2021, https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344
Л1.2	Скачедуб Е.А., Федорян А.В.	Основы математического моделирования: курс лекций для студентов направления 20.03.02 (280100) "Природообустройство и водопользование" профилей: "Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения", "Комплексное использование и охрана водных ресурсов", "Мелиорация, рекультивация и охрана земель", "Природоохранное обустройство территорий"	Новочеркасск, 2014, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/Web
Л1.3	авторы-сост.: Г.П. Селюкова, С.А. Селюкова	Основы математического моделирования: учебно-методическое пособие	Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019, https://e.lanbook.com/book/131643
Л1.4	Каштаева С. В.	Математическое моделирование: учебное пособие	Пермь: ПГАТУ, 2020, https://e.lanbook.com/book/156708

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Новочерк. инж.-мелиор. ин-т ДГАУ, каф. исп. водных ресурсов, гидравлики и математики ; сост. Е.А. Скачедуб, А.В. Федорян, В.В. Малащук	Основы математического моделирования: методические указания для выполнения практических заданий для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки "Природообустройство и водопользование"	Новочеркасск, 2016, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=9142&idb=0

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"		
7.2.1	Официальный сайт НИМИ с доступом в электронную библиотеку	www.ngma.su
7.2.2	Российская государственная библиотека (фонд электронных документов)	https://www.rsl.ru/
7.2.3	Бесплатная библиотека ГОСТов и стандартов России	http://www.tehlit.ru/index.htm
7.2.4	Электронная библиотека учебников	http://studentam.net/
7.2.5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам Раздел – Математическое моделирование в научных исследованиях	http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5+%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B2+%D0%BD%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D1%85
7.3 Перечень программного обеспечения		
7.3.1	AdobeAcrobatReader DC	Лицензионный договор на программное обеспечение для персональных компьютеров Platform Clients_PC_WWEULA-ru RU-20150407_1357 AdobeSystemsIncorporated (бессрочно).
7.3.2	Opera	
7.3.3	Googl Chrome	
7.3.4	Yandex browser	
7.3.5	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия); Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»	Лицензионный договор № 8047 от 30.01.2024 г.. АО «Антиплагиат»
7.3.6	MS Windows XP,7,8, 8.1, 10;	Сублицензионный договор №502 от 03.12.2020 г. АО «СофтЛайн Трейд»
7.3.7	Microsoft Teams	Предоставляется бесплатно
7.4 Перечень информационных справочных систем		
7.4.1	Базы данных ООО Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
7.4.2	Базы данных ООО "Региональный информационный индекс цитирования"	
7.4.3	Базы данных ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)	https://www.consultant.ru
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
8.1	П19	Специальное помещение – серверная а.П19: центральный сервер, коммутаторы, маршрутизаторы, серверное оборудование для подключения к сети Интернет аудиторий, комплект мебели. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.
8.2	111	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): экран - 1 шт., проектор - 1 шт., нетбук - 1 шт.; Специализированные стенды по наземному орошению – 26 шт.; Стенды по дипломному проектированию «Поверхностное орошение» - 8 шт.; Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.3	112	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): экран – 1 шт., проектор ACER– 1 шт., ноутбук DEL – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 26 шт.; Доска ? 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.4	270	Помещение укомплектовано специализированной мебелью и оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИМИ Донской ГАУ: Компьютер – 8 шт.; Монитор – 8 шт.; МФУ -1 шт.; Принтер – 1 шт.; Рабочие места студентов;
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		

1. Положение о текущей аттестации обучающихся в НИМИ ДГАУ : (введено в действие приказом директора №119 от 14 июля 2015 г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2015.- URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2021). - Текст : электронный.
2. Типовые формы титульных листов текстовой документации, выполняемой студентами в учебном процессе / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2015.- URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2021). - Текст : электронный.
3. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования : (введено в действие приказом директора НИМИ Донской ГАУ №3-ОД от 18 января 2018 г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Новочеркасск, 2018. - URL : <http://ngma.su> (дата обращения: 27.08.2021). - Текст : электронный.