

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



/И.И. Потапова /

(подпись)

И. О. Ф

« 30 » апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Математическое моделирование процессов в компонентах природы

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Водоснабжение и водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *магистр*

Разработчик:

доцент, канд. физ.-мат. наук
(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)

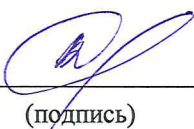

(подпись)

/ К.Д. Яксубаев /
И. О. Ф.

Рабочая программа и оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

протокол № 8 от «17» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

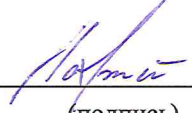
/ В.В. Соболева /
И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН «Природообустройство и водопользование»
направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов»


(подпись) / О.М. Шиккульская /
И. О. Ф.

Начальник УМУ 
(подпись) / О.Н. Беспалова /
И. О. Ф.

Специалист УМУ 
(подпись) / С.А. Ларин /
И. О. Ф.

Начальник ОВСиПО 
(подпись) / Д.В. Черников /
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой 
(подпись) / Л.С. Гаврилова /
И. О. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель освоения дисциплины	4
2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3.	Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры	4
4.	Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	6
5.1	Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)	6
5.1.1.	Очная форма обучения	6
5.1.2.	Заочная форма обучения	7
5.1.3.	Очно-заочная форма обучения	7
5.2.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам	8
5.2.1.	Содержание лекционных занятий	8
5.2.2.	Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3.	Содержание практических занятий	9
5.2.4	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.2.5.	Темы контрольных работ	11
5.2.6.	Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
7.	Образовательные технологии	12
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2.	Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
8.3.	Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины	14
9.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
10.	Особенности организации обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	15

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

ОПК-4 - Способен структурировать знания и генерировать новые идеи в области природообустройства и водопользования, отстаивать их и целенаправленно реализовывать.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Знать:

- принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.

Уметь:

- применять в практической деятельности способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.

Владеть:

- принципами и способами генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.

При изучении дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» реализуется профессионально-трудовое направление воспитательной работы.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Б1.О.07 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)», обязательной части ОПОП магистратуры.

Дисциплина базируется на основах знаний, полученных при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», «Гидрология», «Гидрохимия», «Экология», «Водоснабжение и водоотведение».

Дисциплина является базовой для выполнения научно-исследовательской работы и подготовки выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр – 3 з.е.; всего - 3 з.е.	1 семестр – 1 з.е.; 2 семестр – 2 з.е.; всего - 3 з.е.
Лекции (Л)	1 семестр – 16 часов; всего – 16 часов	1 семестр – 2 часа; 2 семестр – 2 часа; всего - 4 часа
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1 семестр – 16 часов; всего – 16 часов	1 семестр – 2 часа; 2 семестр – 2 часа; всего - 4 часа
Практические занятия (ПЗ)	1 семестр – 16 часов; всего – 16 часов	1 семестр - 4 часов; 2 семестр -2 часа; всего – 6 часов
Самостоятельная работа (СР)	1 семестр – 60 часов; всего – 60 часов	1 семестр – 28 часов; 2 семестр – 66; всего - 94 часа
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	1 семестр	2 семестр
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	22	1	4	2	4	12	Экзамен
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	22	1	4	4	4	10	
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	22	1	4	4	4	10	
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	21	1	2	3	2	14	
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	21	1	2	3	2	14	
Итого:		108		16	16	16	60	

5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	21	2	1	1	1	18	Экзамен
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	21	2	1	1	1	18	
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	22	2	1	1	2	18	
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	22	2	1	1	1	19	
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	22	2	-	-	1	21	
Итого:		108		4	4	6	94	

5.1.3. Очно-заочная форма обучения

«ОПОП не предусмотрено»

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	Классификация видов моделирования. Системный анализ и моделирование. История развития понятия модели. Свойства, типы моделей, соответствие действительности. Модели систем. Математика в прикладных исследованиях природных процессов.
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	Метод статистического моделирования в гидрологии. Моделирование случайных величин. Случайная величина. Моделирование равномерно распределенных случайных величин и случайных величин, принимающих конечный набор значений. Моделирование нормально распределенных случайных величин. Пример использования метода статистического моделирования при создании моделей гидрологических процессов (модели стока, паводков, половодий).
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	Аппроксимация. Лагранжева интерполяция. Математическое моделирование с использованием метода наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной функцией. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Постановка задачи аппроксимации функции. Выбор вида эмпирической формулы. Моделирование гидравлических режимов (уровни, расходы, скорости течения).
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	Основы моделирования качества воды. Математические модели трансформации загрязняющих веществ. Моделирование процессов самоочищения водных объектов. Конечно-элементная аппроксимация процессов переноса и диффузии примесей. Учет гидрологических и гидрохимических факторов.
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	Модели локально-однородной деформации и их применение. Тензоры деформации. Методика определения компонент плоской деформации. Характеристики плоской деформации. Непараметрический подход к структурному моделированию. Структурное моделирование геодинамических систем с позиций системного подхода и системного анализа. Метод структурной идентификации на основе кластерного анализа. Моделирование воздействия водозаборов, сбросов сточных вод, гидротехнических сооружений.

5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	Исследование возможностей применения программного пакета Mathcad для математического моделирования процессов в компонентах природы.
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	Интерполяция и предсказание. Моделирование случайных величин применительно к гидрологическим данным (расходы воды, уровни, осадки).
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	Математическая обработка результатов гидрометрических измерений. Аппроксимация методом наименьших квадратов.
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	Математическая обработка результатов гидрохимических измерений. Учет факторов, влияющих на качество воды.
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	Построение модели локально-однородной деформации по данным о горизонтальных смещениях земной поверхности. Применение кластерного анализа для оценки антропогенного воздействия.

5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	Решение задач по классификации видов моделирования. Применение системного анализа к природным объектам и водохозяйственным системам.
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	Решение задач на моделирование случайных величин с различными законами распределения. Построение моделей гидрологических рядов.
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	Решение задач на аппроксимацию и интерполяцию функций. Применение метода наименьших квадратов для обработки гидрометрических данных.
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	Решение задач на моделирование процессов трансформации загрязняющих веществ. Применение методов математического моделирования для оценки качества воды.
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	Решение задач на определение компонент тензора деформации. Применение кластерного анализа для оценки антропогенного воздействия на водные объекты.

5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [7]
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [7]
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5], [7]
4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [7]
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [6], [7]

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [7]
2	Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [7]
3	Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов.	Изучение теоретического материала. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5], [7]

4	Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.	Изучение теоретического материала. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [7]
5	Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.	Изучение теоретического материала. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [6], [7]

5.2.5. Темы контрольных работ

Учебным планом не предусмотрены

5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента	
<u>Лекция</u>	
В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.	
<u>Практическое занятие</u>	
Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.	
<u>Лабораторное занятие</u>	
Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.	
<u>Самостоятельная работа</u>	
Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.	
Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:	
— конспектирование (составление тезисов) лекций;	
— решение задач;	
— работу со справочной и методической литературой.	
Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:	
— повторения лекционного материала;	
— подготовки к лабораторным занятиям;	
— подготовки к практическим занятиям;	
— изучения учебной и научной литературы;	

– решения задач, выданных на лабораторных занятиях; – подготовки к итоговому тестированию и т.д.; – выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях; – проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.
<u>Подготовка к экзамену</u> Подготовка студентов к экзамену включает три стадии: – самостоятельная работа в течение учебного года (семестра); – непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену; – подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»

Традиционные образовательные технологии

Дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие - занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

Интерактивные технологии

По дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

По дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Алексеевский Н.И. Математическое моделирование гидрологических процессов : учебное пособие. — Москва : Издательство Московского университета, 2020. — 156 с. — ISBN 978-5-19-011587-7. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698742>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека».
2. Федорян, А. В. Математическое моделирование в научных исследованиях: практикум. — Москва : Директ-Медиа, 2024. — 96 с. — ISBN 978-5-4499-3772-8. — DOI 10.23681/706764. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=706764>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека».
3. Герасимов, А. В. Проектирование АСУТП водоподготовки : учебное пособие. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. — 100 с. — ISBN 978-5-9729-1728-0. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143390.html>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.

б) дополнительная учебная литература:

4. Кучмент Л.С. Моделирование гидрологических процессов : учебник. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-16-017096-5. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123456.html>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.
5. Алексеев, Е. В. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения : учебник. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-7264-2956-4. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125509.html>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.
6. Черников, Н. А. Системы водоотведения. Ч. 2 : учебное пособие. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2024. — 90 с. — ISBN 978-5-7641-1935-9. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142157.html>. — Текст : электронный. — Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.

в) перечень учебно-методического обеспечения:

7. Поздеев, А. Г. Математическое моделирование процессов в компонентах природы: учебное пособие : [16+] / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2023. — 112 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=714639> — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8158-2375-4. — Текст : электронный.

г) перечень онлайн курсов

8. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». Математическое моделирование процессов в компонентах природы: онлайн-курс. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/83/83/info>

8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Mathcad Education - University Edition;
- Mathcad;
- Apache Open Office;
- КОМПАС-3D V16/V17;
- Комплекс CREDO;
- ГИС MapinfoPro 16.0;
- PostgreSQL;
- Pascal [ABC.NET](#);
- Lazarus;
- Eclipse;
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- VLC media player;
- SCAD Office;
- MIDAS GTS NX / MIDAS CIVIL;
- «Академик Сет» (ЛИРА-САПР);
- Renga Architecture;
- 1С учебная версия;
- ГРАНД-СМЕТА;
- Yandex браузер.

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (<http://moodle.aucu.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (www.iprbookshop.ru).
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>).
5. Консультант + <http://www.consultant-urist.ru/>
6. Федеральный институт промышленной собственности <https://www1.fips.ru/>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, аудитории №204, 207, 209, 211	№ 204 Комплект учебной мебели, Учебно-наглядные пособия; Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№207 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№209 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Стационарный мультимедийный комплект, Графические планшеты – 16 шт., Источник бесперебойного питания – 1 шт.; Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№211 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
2.	Помещения для самостоятельной работы: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитория №203 (общежитие №1)	№201 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 8 шт., Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№ 203 Комплект учебной мебели, Компьютеры - 8 шт., Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
	414056, г. Астрахань, ул. Татищева №18а библиотека, читальный зал	Библиотека, читальный зал Комплект учебной мебели, Компьютеры – 4 шт.; Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

10. Особенности организации обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Математическое моделирование процессов в компонентах природы»
по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»
направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное
использование и охрана водных ресурсов»
по программе магистратуры

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.
Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Целью учебной дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование».

Учебная дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», «Гидрология», «Гидрохимия», «Экология», «Водоснабжение и водоотведение».

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов.

Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов.

Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоёмов.

Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения.

Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты.

И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

/В.В. Соболева/
И.О.Ф.

РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Математическое моделирование процессов в компонентах природы»
ОПОП ВО по направлению подготовки
20.04.02 «Природообустройство и водопользование»,
направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное
использование и охрана водных ресурсов»
по программе *магистратуры***

Павлом Николаевичем Садчиковым (далее по тексту рецензент) проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» ОПОП ВО по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», по программе магистратуры, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» (далее «САПРиМ») (разработчик — доцент, канд. физ.-мат. наук, Яксубаев Камиль Джекишович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.05.2020 № 686 и зарегистрированного в Минюсте России 06.07.2020 № 58850.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению - дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» закреплена 1 компетенция, которая реализуется в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, владеть навыками отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов», возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **магистра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе,

соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование» и специфике дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» представлены: типовыми вопросами к экзамену, типовыми вопросами к входному и итоговому тестированию, типовыми заданиями к защите лабораторных работ, типовыми вопросами (заданиями) для коллоквиума.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины Б1.О.07 «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» ОПОП ВО по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», по программе магистратуры, разработанных доцентом, канд. физ.-мат. наук Яксубаевым К.Д., соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Садчиков П.Н.

канд. техн. наук, доцент кафедры
«Системы автоматизированного
проектирования и моделирования»
ГБОУ АО ВО «АГАСУ»

(подпись)

/Садчиков П.Н./

Ф. И. О.

Подпись Садчиков П.Н. заверяю _____
Специалист по кадровому делопроизводству Стратунович Д.О.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Математическое моделирование процессов в компонентах природы»
ОПОП ВО по направлению подготовки
20.04.02 «Природообустройство и водопользование»,
направленность (профиль)
«Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов»
по программе *магистратуры*

Захаровым Сергеем Александровичем (далее по тексту рецензент) проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» ОПОП ВО по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», по программе магистратуры, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» (далее «САПРиМ») (разработчик — доцент, канд. физ.-мат. наук, Яксубаев Камиль Джекишович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.05.2020 № 686 и зарегистрированного в Минюсте России 06.07.2020 № 58850.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению — дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов».

В соответствии с Программой, за дисциплиной «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» закреплена 1 компетенция (ОПК-4), которая реализуется в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, владеть навыками отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Математическое моделирование процессов в компонентах природы» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО направления подготовки 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность (профиль) «Водоснабжение, водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов», возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **магистра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе,



Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



(подпись)

/ И.И. Потапова /

И. О. Ф

« 30 » апреля 2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Математическое моделирование процессов в компонентах природы

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Водоснабжение и водоотведение, рациональное использование и охрана водных ресурсов»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *магистр*

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	3
1.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	3
1.2.	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	4
1.2.1.	Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости	4
1.2.2.	Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	5
1.2.3.	Шкала оценивания	6
2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	7
3.	Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	9
	<i>Приложение 1</i>	10
	<i>Приложение 2</i>	11
	<i>Приложение 3</i>	13
	<i>Приложение 4</i>	19

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы являются неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлены в виде отдельного документа.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции	Индикаторы достижений компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)					Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-4 Способен структурировать знания и генерировать новые идеи в области природообустройства и водопользования, отстаивать их и целенаправленно реализовывать	Знает:						
	принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний	X	X	X	X	X	Входное тестирование (1-10); Вопросы к экзамену (1-28).
	Умеет:						
	применять в практической деятельности способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний	X	X	X	X	X	Защита лабораторной работы (1, 2, 3).
	Имеет навыки:						
	принципами и способами генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний			X	X	X	Итоговое тестирование (1-35); Защита лабораторной работы (4, 5)

1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Экзамен	Форма промежуточной аттестации, позволяющая оценить уровень сформированности компетенций по дисциплине в целом	Перечень экзаменационных вопросов
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК-4	Знает: принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний..	Обучающийся не знает принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.	Обучающийся знает принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на посредственном уровне в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на хорошем уровне в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает принципы и способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на высоком уровне, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Умеет: применять в практической деятельности способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.	Обучающийся не умеет применять способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.	Обучающийся умеет применять способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на посредственном уровне в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет применять способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на хорошем уровне в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет применять способы генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на высоком уровне, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий

	Владеет навыками: принципами и способами генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний. .	Обучающийся не владеет навыками генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний.	Обучающийся владеет навыками генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на посредственном уровне в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на хорошем уровне в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками генерирования и реализации новых идей, структурирования знаний на высоком уровне, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
--	---	---	---	---	---

1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

2.1. Экзамен

а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)

Вопросы для экзамена сгруппированы по разделам и представлены в Приложении 1.

б) критерии оценивания.

При оценке знаний на экзамене учитывается уровень сформированности компетенций и умение излагать материал.

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный характер.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво. Не раскрываются причинно-следственные связи. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

2.2. Тест

- а) типовые тесты для входного тестирования (Приложение 2);
типовые тесты для итогового тестирования (Приложение 3);
б) критерии оценивания.

При оценке знаний по результатам тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста
2	Хорошо	даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста.
3	Удовлетворительно	даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста.
4	Неудовлетворительно	студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».

2.3. Защита лабораторной работы

- а) типовые задания к лабораторным работам (Приложение 4);
б) критерии оценивания.

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования/измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования/измерения и оценке его результатов.

3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки.
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования/измерения.

3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

Перечень и характеристика процедур текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1.	Экзамен	По окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2.	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Лабораторная тетрадь, журнал успеваемости преподавателя
3.	Тест	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	Зачтено/ не зачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя

Типовые вопросы к экзамену

по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»

Знать - ОПК-4

Раздел 1. Основы математического моделирования природных процессов

1. Классификация видов моделирования. Системный анализ и моделирование.
2. История развития понятия модели. Свойства и типы моделей.
3. Модели систем. Математика в прикладных исследованиях природных процессов.
4. Принципы и способы генерирования и реализации новых идей в области математического моделирования природных процессов.
5. Структурирование знаний при построении математических моделей природных процессов.
6. Современные методы математического моделирования, применяемые в природообустройстве и водопользовании.

Раздел 2. Математическое моделирование гидрологических процессов

7. Метод статистического моделирования в гидрологии.
8. Моделирование случайных величин. Случайная величина.
9. Моделирование равномерно распределенных случайных величин.
10. Моделирование случайных величин, принимающих конечный набор значений.
11. Моделирование нормально распределенных случайных величин.
12. Пример использования метода статистического моделирования при создании моделей гидрологических процессов (модели стока, паводков, половодий).

Раздел 3. Моделирование гидравлических режимов водотоков и водоемов

13. Аппроксимация. Лагранжева интерполяция.
14. Математическое моделирование с использованием метода наименьших квадратов.
15. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной функцией.
16. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
17. Постановка задачи аппроксимации функции. Выбор вида эмпирической формулы.
18. Моделирование гидравлических режимов (уровни, расходы, скорости течения).

Раздел 4. Моделирование качества воды и процессов самоочищения

19. Основы моделирования качества воды.
20. Математические модели трансформации загрязняющих веществ.
21. Моделирование процессов самоочищения водных объектов.
22. Конечно-элементная аппроксимация процессов переноса и диффузии примесей.
23. Учет гидрологических и гидрохимических факторов при моделировании качества воды.

Раздел 5. Моделирование антропогенного воздействия на водные объекты

24. Модели локально-однородной деформации и их применение.
25. Тензоры деформации. Методика определения компонент плоской деформации.
26. Непараметрический подход к структурному моделированию.
27. Метод структурной идентификации на основе кластерного анализа.
28. Моделирование воздействия водозаборов, сбросов сточных вод, гидротехнических сооружений.

Типовые тесты по дисциплине

«Математическое моделирование процессов в компонентах природы»

Входное тестирование

1. Что такое производная функции в точке?
 - a) Площадь под графиком функции
 - b) Скорость изменения функции в данной точке
 - c) Значение функции в данной точке
 - d) Угол наклона касательной

2. Какой метод используется для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)?
 - a) Метод Лагранжа
 - b) Метод Гаусса
 - c) Метод Эйлера
 - d) Метод наименьших квадратов

3. Что такое определенный интеграл?
 - a) Первообразная функции
 - b) Предел интегральной суммы
 - c) Производная функции
 - d) Значение функции в точке

4. Какая функция в среде Mathcad используется для решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений?
 - a) root
 - b) odesolve
 - c) polyroots
 - d) regress

5. Что такое коэффициент корреляции?
 - a) Мера силы связи между двумя переменными
 - b) Мера разброса данных
 - c) Среднее значение выборки
 - d) Дисперсия выборки

6. Какая из перечисленных функций является случайной величиной?
 - a) $y = x^2$
 - b) Результат бросания игральной кости
 - c) $y = \sin(x)$
 - d) $y = e^x$

7. Что такое интерполяция?

- a) Приближение функции
- b) Восстановление значений функции между известными точками
- c) Сглаживание данных
- d) Усреднение данных

8. Метод наименьших квадратов используется для:

- a) Интерполяции данных
- b) Аппроксимации данных
- c) Классификации данных
- d) Визуализации данных

9. Что такое нормальное распределение?

- a) Равномерное распределение вероятностей
- b) Колоколообразное распределение вероятностей
- c) Экспоненциальное распределение
- d) Распределение Пуассона

10. Какие программы используются для математического моделирования и численных расчетов?

- a) Mathcad, MATLAB, Python (NumPy, SciPy)
- b) Только Mathcad
- c) Только MATLAB
- d) Только Excel

**Типовые вопросы для итогового тестирования
по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»**

Знать: ОПК-4

1. Что такое математическая модель?
 - a) Физическая копия объекта
 - b) Описание объекта на математическом языке
 - c) Графическое изображение объекта
 - d) Словесное описание объекта

2. К какому типу моделей относится модель, описывающая процесс движения воды в трубе с использованием уравнений гидравлики?
 - a) Статистическая модель
 - b) Детерминированная модель
 - c) Стохастическая модель
 - d) Эмпирическая модель

3. Что такое структурирование знаний?
 - a) Систематизация и организация информации
 - b) Удаление информации
 - c) Копирование информации
 - d) Хранение информации

4. Какие методы относятся к статистическому моделированию?
 - a) Метод Монте-Карло, моделирование случайных величин
 - b) Метод конечных элементов
 - c) Метод Ньютона
 - d) Метод Эйлера

5. Что такое системный анализ применительно к моделированию природных процессов?
 - a) Анализ отдельных элементов системы
 - b) Изучение системы как целого с учетом взаимосвязей между элементами
 - c) Построение графика функции
 - d) Вычисление интеграла

6. Что такое гидрологический процесс?
 - a) Процесс движения воды в реках и водоемах
 - b) Процесс образования облаков
 - c) Процесс выпадения осадков
 - d) Все перечисленные

7. Какие процессы относятся к гидрологическим?

- a) Сток, паводки, половодья
- b) Только сток
- c) Только паводки
- d) Только половодья

8. Что такое статистическое моделирование?

- a) Метод, основанный на использовании случайных чисел для моделирования процессов
- b) Метод, основанный на анализе статистических данных
- c) Метод, основанный на построении графиков
- d) Метод, основанный на использовании формул

9. Что такое аппроксимация?

- a) Приближенное описание функции
- b) Точное описание функции
- c) Построение графика функции
- d) Интегрирование функции

10. Какое число Рейнольдса характеризует турбулентный режим течения в трубе?

- a) $Re < 2300$
- b) $Re > 4000$
- c) $Re = 0$
- d) $Re < 1000$

11. Что такое гидравлический радиус?

- a) Отношение площади живого сечения к смоченному периметру
- b) Глубина потока
- c) Ширина потока
- d) Уклон дна

12. Что такое модель качества воды?

- a) Математическое описание состояния водного объекта
- b) Физическая модель водоема
- c) Химическая проба воды
- d) Графическое изображение водоема

13. Какие процессы моделируются при оценке качества воды?

- a) Трансформация загрязняющих веществ
- b) Только физические процессы
- c) Только химические процессы
- d) Только биологические процессы

14. Что такое самоочищение водных объектов?

- a) Способность водоема очищаться от загрязнений
- b) Искусственная очистка воды
- c) Фильтрация воды
- d) Кипячение воды

15. Что такое БПК₅?

- a) Биологическое потребление кислорода за 5 суток
- b) Химическое потребление кислорода
- c) Общее содержание органических веществ
- d) Количество взвешенных веществ

16. Что такое антропогенное воздействие?

- a) Воздействие человека на природные объекты
- b) Воздействие природы на человека
- c) Воздействие животных на природу
- d) Воздействие растений на природу

17. Какие виды антропогенного воздействия на водные объекты существуют?

- a) Водозаборы, сбросы сточных вод, гидротехнические сооружения
- b) Только водозаборы
- c) Только сбросы сточных вод
- d) Только гидротехнические сооружения

18. Что такое тензор деформации?

- a) Математический объект, описывающий деформацию
- b) Физический прибор для измерения деформации
- c) График деформации
- d) Таблица деформации

19. Что такое кластерный анализ?

- a) Метод группировки объектов по сходству
- b) Метод классификации объектов
- c) Метод прогнозирования
- d) Метод интерполяции

20. Какие методы используются для генерирования новых идей в области природообустройства?

- a) Мозговой штурм, кластерный анализ
- b) Только мозговой штурм
- c) Только кластерный анализ
- d) Только регрессионный анализ

Уметь: ОПК-4

21. Какой метод используется для решения системы линейных алгебраических уравнений при построении математической модели?

- a) Метод Гаусса
- b) Метод Лагранжа
- c) Метод Ньютона
- d) Метод Эйлера

22. В какой среде программирования можно реализовать численные методы для моделирования природных процессов?

- a) Python (NumPy, SciPy)
- b) Только Mathcad
- c) Только Excel
- d) Только Word

23. Как оценить качество аппроксимации модели?

- a) По коэффициенту детерминации R^2
- b) По визуальной оценке
- c) По объему данных
- d) По количеству переменных

24. Для чего используется моделирование случайных величин в гидрологии?

- a) Для прогнозирования гидрологических характеристик
- b) Для построения карт
- c) Для обработки изображений
- d) Для сбора данных

25. Как рассчитать модуль стока?

- a) Расход воды, отнесенный к площади водосбора ($\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$)
- b) Объем воды, прошедший через створ за год
- c) Средняя скорость течения
- d) Уклон водной поверхности

26. Для чего используется метод наименьших квадратов?

- a) Для интерполяции данных
- b) Для аппроксимации экспериментальных данных
- c) Для классификации изображений
- d) Для визуализации данных

27. Как определить режим течения водотока?

- a) По числу Фруда
- b) По числу Рейнольдса

- c) По уклону дна
- d) По глубине потока

28. Как определить скорость фильтрации?

- a) Расход воды через единицу площади
- b) Скорость движения воды в порах грунта
- c) Скорость течения в открытом русле
- d) Скорость испарения

29. Какие факторы учитываются при моделировании качества воды?

- a) Гидрологические и гидрохимические
- b) Только гидрологические
- c) Только гидрохимические
- d) Только биологические

30. Какие методы используются для обработки гидрологических данных при оценке антропогенного воздействия?

- a) Интерполяция, аппроксимация, статистические методы
- b) Только интерполяция
- c) Только аппроксимация
- d) Только статистические методы

Иметь навыки: ОПК-4

31. Какой навык необходим для построения математической модели гидрологического процесса?

- a) Владение методами численного решения дифференциальных уравнений
- b) Только владение Excel
- c) Только владение текстовым редактором
- d) Только знание иностранного языка

32. Какой навык необходим для генерирования новых идей в области природообустройства?

- a) Владение методами системного анализа и структурного моделирования
- b) Только владение Excel
- c) Только владение PowerPoint
- d) Только знание иностранного языка

33. Какой навык необходим для работы с большими массивами гидрологических данных?

- a) Владение статистическими методами обработки данных
- b) Только владение текстовым редактором
- c) Только владение графическими редакторами
- d) Только знание иностранного языка

34. Какой навык необходим для реализации математической модели на компьютере?

- a) Владение языками программирования (Python, Mathcad)
- b) Только владение Excel
- c) Только владение Word
- d) Только владение PowerPoint

35. Какой навык необходим для оценки антропогенного воздействия на водные объекты?

- a) Владение методами кластерного анализа и структурного моделирования
- b) Только владение Excel
- c) Только владение Word
- d) Только знание иностранного языка

Ключи к тестам:

Входное тестирование:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	b	b	b	b	a	b	b	b	b	a

Итоговое тестирование:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	b	b	a	a	b	d	a	a	a	b
№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ответ	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a
№	31	32	33	34	35					
Ответ	a	a	a	a	a					

**Типовые задания к лабораторным работам
по дисциплине «Математическое моделирование процессов в компонентах природы»**

Уметь - ОПК-4; Имеет навыки - ОПК-4

Лабораторная работа № 1

**«Исследование возможностей применения программного пакета Mathcad для
математического моделирования природных процессов»**

Цель работы: Освоить базовые возможности пакета Mathcad для выполнения математических расчетов и построения графиков применительно к задачам природообустройства.

Задание:

1. Создать новый документ Mathcad (формат .mcdx).
2. Вычислить значение выражения с точностью до 4 знаков после запятой:

$$A = (15.7^2 + 3.14159)/(\sin(\pi/2) + \exp(0.3)) + \log(100)$$
3. Решить квадратное уравнение: $2.5x^2 - 7x + 3 = 0$. Найти оба корня с помощью встроенной функции polyroots.
4. Построить график функции $f(x) = x^2 * \exp(-0.5*x)$ на интервале $x \in [-1; 6]$. Оформить график: подписи осей, заголовок, сетка.
5. Вычислить определенный интеграл:

$$\int_0^2 (3t^2 + 2t + 1) dt$$
 двумя способами:
 - аналитически (вручную);
 - с помощью встроенной функции integrate.
6. Сохранить файл с именем LR1_Фамилия_Группа.mcdx.

Исходные данные: Варианты заданий (варьируются коэффициенты квадратного уравнения и вид функции, выдаются преподавателем).

Требования к отчету:

- Титульный лист.
- Скриншоты всех выполненных расчетов.
- Вывод по работе.

Лабораторная работа № 2

«Интерполяция и моделирование случайных величин в гидрологии»

Цель работы: Освоить методы интерполяции и моделирования случайных величин для обработки гидрологических данных (расходы воды, уровни, осадки).

Задание:

1. Задана таблица гидрологических данных (среднемесячные расходы воды, м³/с):

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расход	12.5	10.2	15.8	45.3	78.6	52.4	35.1	28.7	22.3	18.9	15.2	13.6

2. Построить интерполяционный полином Лагранжа для этих точек.
3. Вычислить значение функции в точке $x = 6.5$ (июль-август):
- методом Лагранжа (формула вручную);
 - методом кубической сплайн-интерполяции (с помощью встроенной функции `interp` в Mathcad).
4. Сравнить полученные значения. Объяснить расхождение (если оно есть).
5. Сгенерировать выборку из 200 случайных чисел, распределенных по нормальному закону с параметрами:
- математическое ожидание $\mu = 50$;
 - среднеквадратичное отклонение $\sigma = 8$.

Использовать встроенную функцию `pnorm`.

6. Построить гистограмму полученной выборки с 15 интервалами. Наложить на гистограмму теоретическую кривую нормального распределения.
7. Вычислить выборочное среднее и выборочную дисперсию сгенерированной выборки.
8. Сравнить полученные статистические характеристики с заданными параметрами распределения.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица значений отличается (коэффициенты функции). Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad;
- Графики с подписями;
- Сравнительная таблица результатов интерполяции;
- Вывод о точности методов.

Лабораторная работа № 3

«Математическая обработка результатов гидрометрических измерений.

Аппроксимация методом наименьших квадратов»

Цель работы: Освоить метод наименьших квадратов для аппроксимации гидрометрических данных (связь расхода и уровня воды) и оценки точности модели.

Задание:

1. Задана таблица гидрометрических данных (уровень воды H и расход Q):

№	H (м)	Q (м³/с)
1	0.50	12.5
2	0.75	25.8
3	1.00	45.3
4	1.25	78.6
5	1.50	112.4
6	1.75	158.2
7	2.00	210.5
8	2.25	265.3
9	2.50	325.8

2. Построить аппроксимирующую функцию методом наименьших квадратов в виде:

а) линейной функции $Q = aH + b$;

б) полинома второй степени $Q = aH^2 + bH + c$;

в) полинома третьей степени $Q = aH^3 + bH^2 + cH + d$.

3. Использовать встроенные функции Mathcad:

- regress для построения полиномиальной регрессии;
- interp для получения значений аппроксимирующей функции.

4. Для каждого типа аппроксимации вычислить:

- коэффициенты функции;
- значение критерия R^2 (коэффициент детерминации);
- среднеквадратичную погрешность $RMS = \sqrt{(\sum(Q_i - Q_{\text{аппр}})^2 / n)}$.

5. Построить на одном графике:

- исходные экспериментальные точки;
- линейную аппроксимацию;
- полиномиальную аппроксимацию 2-й степени;
- полиномиальную аппроксимацию 3-й степени.

6. Сделать вывод о качестве аппроксимации для каждого типа функции. Определить, какая функция лучше описывает экспериментальные данные.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица значений отличается. Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad;
- Сводная таблица результатов (коэффициенты, R^2 , RMS);
- График с тремя аппроксимирующими кривыми;
- Обоснованный вывод о качестве аппроксимации.

Лабораторная работа № 4

«Моделирование качества воды и процессов самоочищения»

Цель работы: Выполнить обработку гидрохимических данных, построить модель качества воды с учетом факторов, влияющих на процессы самоочищения.

Задание:

1. Даны результаты гидрохимических измерений на створах водного объекта:

№ створа	Расстояние от источника (км)	БПК ₅ (мг/л)	Растворенный кислород (мг/л)	Аммоний (мг/л)	Нитраты (мг/л)
1	0	25.0	2.5	4.2	0.5
2	5	20.5	3.8	3.8	1.2
3	10	15.2	5.2	3.1	2.0
4	20	10.8	6.5	2.5	3.5
5	30	7.5	7.2	1.8	4.8
6	50	4.2	8.0	1.2	6.2
7	80	2.5	8.5	0.8	7.5
8	100	1.8	8.8	0.5	8.2

2. Построить модель изменения БПК₅ в зависимости от расстояния методом наименьших квадратов (экспоненциальная аппроксимация).
3. Построить модель изменения растворенного кислорода в зависимости от расстояния.
4. Рассчитать коэффициент самоочищения k для каждого участка реки.
5. Построить графики изменения всех показателей по створам.
6. Оценить качество воды на каждом створе в соответствии с требованиями к водоемам рыбохозяйственного значения.
7. Сделать вывод о характере процессов самоочищения на данном водном объекте и эффективности самоочищения.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица значений отличается. Вариант выдается преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad;
- Графики изменения показателей;
- Расчет коэффициентов самоочищения;
- Вывод о качестве воды и эффективности самоочищения.

Лабораторная работа № 5

«Построение модели антропогенного воздействия на водные объекты»

Цель работы: Построить модель антропогенного воздействия на водные объекты на основе гидрохимических и гидрологических данных с применением кластерного анализа.

Задание:

1. Дана таблица данных по качеству воды в 20 точках водного объекта:

№	БПК ₅ (мг/л)	ХПК (мг/л)	Взвешенные (мг/л)	Аммоний (мг/л)	Фосфаты (мг/л)	Расстояние от источника (км)
1	28.5	65.2	45.2	5.2	2.8	0
2	24.2	58.5	38.5	4.5	2.2	3
...	...	...	...	...	...	...

2. Выполнить кластерный анализ данных методом k -средних:
 - определить оптимальное количество кластеров;

- провести классификацию точек по степени антропогенного воздействия.
- 3. Построить дендрограмму (для иерархического метода).
- 4. Интерпретировать полученные кластеры: выделить зоны с различной степенью загрязнения.
- 5. Для каждого кластера рассчитать средние значения показателей.
- 6. Сделать вывод о характере антропогенного воздействия на водный объект и предложить мероприятия по его снижению.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица данных отличается. Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad или Python;
- Результаты кластерного анализа;
- Дендрограмма;
- Карта-схема зон антропогенного воздействия;
- Вывод о характере воздействия.