

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:  
ФИО: ПАНОВ Юрий Петрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 02.11.2023 15:45:32  
Уникальный программный ключ:  
e30ba4f0895d1683ed43800960e77389e6cbff62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе"

(МГРИ)

## Компьютерное и математическое моделирование процессов водоснабжения и водоотведения рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Строительства систем и сооружений водоснабжения и водоотведения**

Учебный план m080401\_23\_MC23.plx  
Направление подготовки 08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 32,25

самостоятельная работа 75,75

Виды контроля в семестрах:

зачеты 1

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	16 4/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Иные виды контактной работы	0,25	0,25	0,25	0,25
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	75,75	75,75	75,75	75,75
Итого	108	108	108	108

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цель преподавания дисциплины « Б1.О Компьютерное и математическое моделирование процессов водоснабжения и водоотведения» состоит в формировании у студентов твердых теоретических знаний важнейших численных методов и практических навыков в работе с интегрированными пакетами прикладных программ автоматизации инженерно-технических расчетов, применяемых для решения инженерно-технических задач.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Инженерная графика
2.1.2	Информатика
2.1.3	Физика
2.1.4	Управление проектами
2.1.5	Механика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Компьютерное моделирование технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения
2.2.2	Информационные методы мониторинга состояния водных объектов
2.2.3	Государственная итоговая аттестация (защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты)

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

**ОПК-3: Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения**

**Знать:**

Уровень 1	З1 ОПК-3.1. Знать: основные проблемы отрасли и опыт их решения.
Уровень 2	З2 ОПК-3.1. Знать: нормативно-техническую документацию.
Уровень 3	З3 ОПК-3.1. Знать: средства и методы сбора и систематизации информации об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.

**Уметь:**

Уровень 1	У1 ОПК-3.2. Уметь: формулировать научно-технические задачи в сфере профессиональной деятельности на основе знания проблем отрасли и опыта их решения.
Уровень 2	У2 ОПК-3.2. Уметь: составлять перечни работ и ресурсов, необходимых для решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.
Уровень 3	У2 ОПК-3.2. Уметь: составлять перечни работ и ресурсов, необходимых для решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.

**Владеть:**

Уровень 1	В1 ОПК-3.3. Владеть: методами решения, установления ограничений к решениям научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе нормативно-технической документации и знания проблем отрасли и опыта их решения.
Уровень 2	В2 ОПК-3.3. Владеть: навыками разработки и обоснования выбора варианта решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.
Уровень 3	В2 ОПК-3.3. Владеть: навыками разработки и обоснования выбора варианта решения научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности.

**ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук**

**Знать:**

Уровень 1	З1 ОПК-1.1. Знать: фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.
-----------	--

Уровень 2	З1 ОПК-1.1. Знать: фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.
Уровень 3	З1 ОПК-1.1. Знать: фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление.
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	У1 ОПК-1.2. Уметь: составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление.
Уровень 2	У2 ОПК-1.2. Уметь: выбирать и обосновывать граничные и начальные условия.
Уровень 3	У3 ОПК-1.2. Уметь: применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности.
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	В1 ОПК-1.3. Владеть: оценкой адекватности результатов моделирования.
Уровень 2	В2 ОПК-1.3. Владеть: основами формулирования предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.
Уровень 3	В2 ОПК-1.3. Владеть: основами формулирования предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.

**ПК-8: Способен использовать знание основных методов искусственного интеллекта в последующей профессиональной деятельности в качестве научных сотрудников, преподавателей образовательных организаций высшего образования, инженеров, технологов**

<b>Знать:</b>	
Уровень 1	современные методики и технологии организации технологического процесса
Уровень 2	факты, правила, принципы применения современных методик и технологий водоподготовки и очистки сточных вод
Уровень 3	факты, правила, принципы применения современных методик и технологий водоподготовки и очистки сточных вод
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	планировать применение современных методик и технологий организации водоподготовки и очистки сточных вод
Уровень 2	применять современные методики и технологии водоподготовки и очистки сточных вод
Уровень 3	применять современные методики и технологии водоподготовки и очистки сточных вод
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	готовностью к освоению и использованию современных методик и технологий водоподготовки и очистки сточных вод
Уровень 2	Способностью творчески модифицировать современные методики и технологии водоподготовки и очистки сточных вод
Уровень 3	Способностью творчески модифицировать современные методики и технологии водоподготовки и очистки сточных вод

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	источники и правила определения погрешностей вычислений, уметь правильно оценить погрешность полученного результата; принципы численного решения алгебраических уравнений и систем; основы интерполирования и приближения функций; методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений; методы обработки экспериментальных данных.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	уметь разрабатывать вычислительные алгоритмы решения широкого круга задач в инженерных и специальных дисциплинах.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	основными приемами программирования и использования современных программных продуктов по вычислительной математике, используемых для решения инженерных задач на ПЭВМ.
3.3.2	Студент должен иметь представление о структуре и функциональных возможностях интегрированных систем MAXIMA, EXCEL, MATHCAD

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
-------------	---	----------------	-------	--------------	------------	------------	------------

	<b>Раздел 1. Тема 1</b>						
1.1	Раздел 1. ТЕОРИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ.  /Лек/	1	2,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
1.2	1. Приближенные вычисления. Система МАХИМА Выполняется ряд примеров, иллюстрирующих работу системы МАХИМА /Лаб/	1	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0,5	
	<b>Раздел 2. Тема 2</b>						
2.1	Раздел 2. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ  /Лек/	1	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
2.2	Преобразования Лапласа, Фурье и др. Функции математической статистики. Понятие вероятностной оценки погрешности.  Комбинированный метод хорды касательных. Методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений. Условия сходимости методов. Оценка погрешностей.  /СР/	1	20,75		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
	<b>Раздел 3. Тема 3</b>						
3.1	Раздел 3. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ  /Лек/	1	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
3.2	2. Численное решение нелинейных уравнений с одной неизвестной. Аналитическим и графическим методами отделяются корни и находится приближенное решение уравнения четвертой степени с постоянными коэффициентами. Уточнение корня по методу Ньютона.  /Лаб/	1	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0,5	
	<b>Раздел 4. Тема 4</b>						
4.1	Раздел 4. ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ И ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ  /Лек/	1	2,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	

4.2	<p>Методы решения нелинейных уравнений: итераций, хорд. Оценка погрешностей.</p> <p>Интерполяционные формулы Ньютона. Линейная сплайн-интерполяция. Интерполяция многочленами <math>n</math>-ой степени. Оценка погрешности интерполирования. Численное интегрирование функций</p> <p>/СР/</p>	1	25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 5. Тема 5</b>							
5.1	<p>Раздел 5. ЧИСЛЕННОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ .</p> <p>/Лек/</p>	1	2,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
5.2	<p>3. Численное интегрирование. С помощью встроенных функций пакета МАХИМ вычисления определенного интеграла решаются различные математические задачи. Вычисление определенного интеграла по методу трапеций.</p> <p>/Лаб/</p>	1	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0,5	
<b>Раздел 6. Тема 6</b>							
6.1	<p>Раздел 6. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОД ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ РЕШЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ</p> <p>/Лек/</p>	1	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
6.2	<p>Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений методами степенных рядов, Рунге-Кутты. Оценка погрешностей.</p> <p>Пакеты прикладных программ по вычислительной математике /СР/</p>	1	30		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
<b>Раздел 7. Тема 7</b>							
7.1	<p>Раздел 7. ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКЕ</p> <p>/Лек/</p>	1	2,5		Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
7.2	<p>4. Интерполяция. Регрессия. Функция, заданная таблично, интерполируется формуле Лагранжа. Для координат исходных точек, приведенных в таблице проводится линейная регрессия .</p> <p>Для проведения регрессии использовать метод наименьших квадратов.</p> <p>/Лаб/</p>	1	4		Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0,5	
<b>Раздел 8. ИВКР</b>							

8.1	Зачет /ИВКР/	1	0,25		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	
-----	--------------	---	------	--	--	---	--

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

#### МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО, ПРОМЕЖУТОЧНОГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Для проведения зачетов (экзаменов) в письменной или тестовой форме разрабатывается перечень вопросов, утверждаемый заведующим кафедрой. В перечень включаются вопросы из различных разделов курса, позволяющие проверить и оценить теоретические знания студентов и умение применять их для решения практических задач.

Зачет (экзамен) в письменной форме проводится одновременно для всех студентов академической группы. Время выполнения задания составляет не более одного академического часа. При проведении зачета (экзамена) в письменной форме оценка выставляется на основе правил, принятых кафедрой, которые должны быть сообщены студентам до начала зачетной (экзаменационной) сессии.

Аналогичные правила могут быть заложены в программы компьютерного тестирования.

При контроле знаний в устной форме преподаватель использует метод индивидуального собеседования, в ходе которого обсуждает со студентом один или несколько вопросов из учебной программы. При необходимости могут быть предложены дополнительные вопросы, задачи и примеры. По окончании ответа на вопросы преподаватель объявляет студенту результаты сдачи зачета (экзамена).

Вопросы к дифференцированному зачету по дисциплине «Численные методы в инженерных расчетах».

1. Абсолютная относительная погрешности. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений. Погрешности суммы, разности,

произведения, частного, степени и корня. Понятие о вероятностной оценке погрешности.

2. Понятие вычислительного алгоритма. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость сложность алгоритма.

3. Линейные рекуррентные уравнения. Понятие однородного и неоднородного уравнения. Нестационарное однородное линейное рекуррентное уравнение первого порядка с постоянными коэффициентами.

4. Линейное неоднородное рекуррентное уравнение первого порядка с постоянными коэффициентами.

5. Стационарное неоднородное линейное рекуррентное уравнение первого порядка.

6. Линейные однородные рекуррентные уравнения высших порядков. Системы рекуррентных уравнений.

7. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Отделение корней. Метод половинного деления.

8. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Отделение корней. Метод хорд, касательных.

9. Решение алгебраических и трансцендентных уравнений. Отделение корней. Метод итераций.

10. Условия сходимости методов решения алгебраических и трансцендентных уравнений и оценка погрешностей.

11. Системы линейных уравнений. Метод исключения Гаусса.

12. Метод итераций для систем линейных уравнений. Приведение системы линейных уравнений к виду, удобному для итерации.

13. Аппроксимация функций. Постановка задачи. Теорема существования и единственности обобщенного интерполяционного многочлена.

14. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности интерполяции. Линейная интерполяция.

Интерполяция сплайнами и многочленами  $n$ -ой степени.

15. Экстраполирование функций. Среднеквадратическое приближение функций. Среднеквадратическое приближение функций при помощи тригонометрических многочленов. Равномерное и наилучшее равномерное приближение функций.

16. Численное дифференцирование. Регуляризация дифференцирования. 17. Вычисление определенных интегралов с помощью формул прямоугольников.

Погрешности численного интегрирования.

18. Вычисление определенных интегралов с помощью формул трапеций. Погрешности численного интегрирования.

19. Вычисление определенных интегралов с помощью формул Симпсона. Погрешности численного интегрирования.

20. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов. 21. Метод Эйлера.

22. Метод Рунге-Кутты. Оценка погрешностей и выбор шага

23. Метод Рунге-Кутты для системы дифференциальных уравнений первого порядка.

24. Случайные числа. Метод Монте-Карло. 25. Моделирование нормальной случайной величины.

26. Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло.

27. Сравнение величин. Нахождение стохастической зависимости. Подбор эмпирических формул.

Метод наименьших квадратов.

28. Решение задачи линейного программирования симплекс методом. 29. Функциональные возможности интегрированного пакета MathCAD. 30. Функциональные возможности интегрированного пакета Maple.

Задачи к зачету

1. Вычислить по формуле Симпсона определенный интеграл функции с шагом  $h$  от  $a$  до  $b$  с точностью  $10^{-3}$ .

$$f(x) = 0,37 e^{\sin x}, \quad a=0, \quad b=1$$

2. Методом наименьших квадратов найти эмпирическую формулу указанного вида для зависимости  $x$  и  $y$ , заданной таблицей.

X	5	3	6,84	,82	,19
y	7	5	6,931	7,43	0,66

9	7	6,22	,87	,29
9	9	7,255	0,12	1,30

4	8,43	,91
7	9,050	1,52

Общий вид зависимости

$$y = aX + b$$

3. Найти абсолютную и относительную погрешности числа  $a$ , имеющего только верные цифры.

$$A = 0,1185$$

4. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения на отрезке с шагом  $h=0,1$  по методу Эйлера.

$$10y' = 25y - x, \quad y(0) = 1$$

5. Вычислить по формуле трапеций определенный интеграл функции с шагом  $h$  от  $a$  до  $b$  с точностью  $10^{-3}$ .

$$f(x) = 3x^2 - \operatorname{tg} x, \quad a=-0,5, \quad b=0,5$$

5. Методом наименьших квадратов найти эмпирическую формулу указанного вида для зависимости  $x$  и  $y$ , заданной таблицей.

X	2	2	2	3,95	,6	,69	,01
y	1	1	1	13,84	19,66	06,28	20,68

2	2	3,44	,51	,37
1	1	1,0743	14,88	15,53

2. Общий вид зависимости  
1 вид 17,4  
мости зависи

$$y = a + b$$

7. Найти абсолютную и относительную погрешности числа  $a$ , имеющего только верные цифры.

$$A = 0,1085$$

8. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения на отрезке  $[0; 0,5]$  с шагом  $h=0,1$  по методу Эйлера.

$$5y' = 4y - 1/x, \quad y(0) = 1$$

9. Вычислить по формуле Симпсона определенный интеграл функции с шагом  $h$  от  $a$  до  $b$  с точностью  $10^{-3}$ .

$$f(x) = 3xe^{bx} \cos x, \quad a=0,2, \quad b=1,2$$

10. Методом наименьших квадратов найти эмпирическую формулу указанного вида для зависимости

x и y, заданной таблицей.

x	5	3	6	9	7,84,82,19,22,87
y	7	5	6	9	9,9,31,7,43,0,66,2,55,0,12

6	4	8,29,43,91
7	7	9,1,30,0,50,1,52

Общий вид зависимости

$$y = aX + b$$

11. Найти абсолютную и относительную погрешности числа a, имеющего только верные цифры.

$$A = 0,2431$$

12. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения на отрезке  $0;0,5$  с шагом  $h=0,1$  по методу Эйлера..

$$7y'' + 8y' = x, \quad y(0) = 0$$

13. Определить с точностью  $10^{-6}$  все корни уравнения  $x^4 - 2,3x^3 - 3,23x^2 - 6,951x - 1,4994 = 0$ .

14. Из железного листа длиной 4.1 м и шириной 2.1 м. отгибом полосок со всех четырех сторон сделать:

а) ящик объемом  $v = 1 \text{ м}^3$ ; б) ящик максимального объема. Найти соответствующие размеры ящиков.

15. Заданную систему линейных уравнений привести к удобному для применения метода итераций. Считая полученную систему моделью межотраслевого баланса В. Леонтьева для четырех отраслей промышленности, 10-3 найти валовой годовой объем продукции каждой отрасли, обеспечивающий требуемый объем продукции этих отраслей для непосредственного потребления. Задачу решить методом итераций матричным методом.

$\square$

$$x_1 = 0,52x_2 + 0,08x_3 + 0,13x_4 + 0,22$$

$$0,07x_1 + 0,62x_2 + 0,05x_3 + 0,41x_4 = 1,8$$

$$0,17x_1 + 0,18x_2 + 0,13x_3 + 0,81x_4 = 0,33$$

определенный интеграл функции с шагом  $h = b - a$  с точностью  $10^{-3}$ .

$$f(x) = 3x \cos x, \quad a=0,2, \quad b=1,2$$

17. Методом наименьших квадратов найти эмпирическую формулу указанного вида для зависимости x и y, заданной таблицей.

X	5	3	6,84,82,19
y	7	5	6,9,31,7,43,0,66

9	7	6,22,87,29
9	9	7,2,55,0,12,1,30

4	8,43,91
7	9,0,50,1,52

Общий вид зависимости

$$y = aX + b$$



18. Найти абсолютную и относительную погрешности числа  $a$ , имеющего только верные цифры.

$A=0,2431$

19. Решить задачу Коши для дифференциального уравнения на отрезке  $0;0,5$  с шагом  $h=0,1$  по методу Эйлера..

$7y'' + 8y' + x^2, y(0) = 0$

20. Определить с точностью 10-6 все корни уравнения  $x^4 - 2.5x^3 - 1.38x^2 - 0.544x - 0.448 = 0$ .

21. Из железного листа длиной 4.3 м и шириной 2.3 м. отгибом полосок со всех четырех сторон сделать:

а) ящик объемом  $v_0 = 1,2$  м<sup>3</sup>; б) ящик максимального объема. Найти соответствующие размеры ящиков.

22. Данную систему линейных уравнений привести к виду удобному для применения метода итераций. Считая полученную систему моделью межотраслевого баланса В. Леонтьева для четырех отраслей промышленности, 10-3 найти валовой годовой объем продукции каждой отрасли, обеспечивающий требуемый объем продукции этих отраслей для непосредственного потребления. Задачу решить методом итераций матричным методом.

$0.88x_1 - 0.23x_2 - 0.25x_3 - 0.16x_4 = 1.24$

$0.14x_1 - 0.66x_2 - 0.18x_3 - 0.24x_4 = 0.89$   
 $0.03x_2 - 0.54x_3 - 0.12x_4 = 1.15$

$0.12x_1 - 0.05x_2 - 0.85x_4 = 0.57$

## 5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрена

## 5.3. Оценочные средства

Рабочая программа дисциплины "Компьютерное моделирование технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения" обеспечена оценочными средствами для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, включающими контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации, критерии оценивания учебной деятельности обучающихся по балльно-рейтинговой системе, примеры заданий для практических и лабораторных занятий, билеты для проведения промежуточной аттестации.

Все оценочные средства представлены в Приложении 1.

## 5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства разработаны для всех видов учебной деятельности студента – лекций, лабораторных, самостоятельной работы и промежуточной аттестации. Оценочные средства представлены в виде:

- средств текущего контроля: проверки отчетов в лабораторных журналах, дискуссии по теме;
- средств итогового контроля – промежуточной аттестации: зачета в 8 семестре.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Силич А. А.	Автоматизация технологической подготовки производства с использованием САПР ТП	Тюмень: ТюмГНГУ, 2013
Л1.2	Приемышев А. В., Крутов В. Н., Трейль В. А., Коршакова О. А.	Компьютерная графика в САПР	Санкт-Петербург: Лань, 2017

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Рогуневич В. П.	Автоматизация математического моделирования движения воды и примесей в системах водотоков	Л.: Гидрометеоздат, 1989
Л2.2	Отв. ред. А.С.Саркисян	Моделирование гидрофизических процессов и полей в замкнутых водоемах и морях	М.: Недра, 1989
Л2.3	Хубларян М. Г., Фролов А. П.	Моделирование процессов интрузии в эстуариях и подземных водоносных горизонтах	М.: Наука, 1988

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Рено Н.Н.	Алгоритмы численных методов [Электронный ресурс]: методическое пособие	М.: КДУ, 2007

<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>	
Э1	Электронные ресурсы библиотеки МГРИ
Э2	ООО «Книжный Дом Университета» (БиблиоТех)
Э3	ООО ЭБС Лань
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	Office Professional Plus 2010
6.3.1.2	Office Professional Plus 2013
6.3.1.3	Office Professional Plus 2016
6.3.1.4	Office Professional Plus 2019
6.3.1.5	Windows 10
6.3.1.6	Windows 7
6.3.1.7	Windows 8
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	Электронно-библиотечная система «Книжный Дом Университета» ("БиблиоТех")
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система "Лань" Доступ к коллекциям электронных изданий ЭБС "Издательство "Лань"
6.3.2.3	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>			
Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
5-48	Поточная аудитория для лекционных занятий	Интерактивная панель NexTouch innovation lab Парта – 27 шт.; стулья – 54 шт.	
5-50	Аудитория для лекционных, практических и семинарных занятий	Парта – 8 шт.; стол рабочий – 1 шт.; трибуна для выступлений – 1 шт.; стол преподавателя – 1 шт.; Стол лабораторный длинный – 1 шт.; стол лабораторный серый с тумбой – 1 шт.; тумба лабораторная – 1 шт.; монитор NEC MultiSync LCD 1970NXp – 1 шт.; системный блок – 1 шт.; клавиатура Microsoft – 1 шт.; клавиатура genius W2036 – 1 шт.; экран на подставке – 1 шт.; проектор LedProjector Model led86 т – 1 шт.; монитор + системный блок HP – 1 шт.; колонки – 1 шт.; сушильный шкаф лабораторный – 1 шт.	

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
<p>Методические указания по изучению дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения» представлены в Приложении 2 и включают в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методические указания для обучающихся по организации учебной деятельности.</li> <li>2. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.</li> <li>3. Методические указания по организации процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.</li> </ol>