

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Макуев Валентин Анатольевич

Мытищинский филиал

Должность: Заместитель директора по учебной работе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

Дата подписания: 25.06.2024 12:55:09

Уникальный программный ключ:

образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

a0887579b7e63594c87851bc1bb030c7c4482fa1

(национальный исследовательский университет)»

(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Заместитель директора

по учебной работе

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Макуев В.А.

«19» мая 2023 г.

Факультет ЛТ «Факультет лесного хозяйства, лесопромышленных

технологий и садово-паркового строительства»

Кафедра ЛТ5 «Проектирование объектов лесного комплекса»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

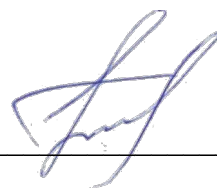
**Математическое моделирование в теплоэнергетике**

Автор программы:

Ермоченков М.Г., профессор (д.н.), доктор технических наук, доцент, ermochenkov@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Проектирование объектов лесного комплекса»  
Протокол № 7 заседания кафедры «ЛТ5» от 21.04.2023 г.

Начальник Отдела образовательных программ  
Шевлякова А.А



---

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры «ЛТ5» от 18.04.2024 г.  
Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
1.Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	6
3.Объем дисциплины.....	7
4.Содержание дисциплины, структурированное по модулям учебной дисциплины с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	8
5.Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	12
6.Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	13
7.Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины .....	14
8.Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины .....	15
9.Методические указания для студентов по освоению дисциплины .....	16
10.Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных .....	18
11.Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины ....	19

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям студента, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом (СУОС 3++) по направлению подготовки (уровень бакалавриата): 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата)

<b>Код компетенции по СУОС 3++</b>	<b>Формулировка компетенции</b>
	<b>Универсальные компетенции собственные</b>
УКС-1 (13.03.01)	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, ее смысловую оптимизацию и наглядное представление, применять системный подход для решения поставленных задач; использовать основы философских знаний и анализировать закономерности исторического развития общества для формирования мировоззрения и гражданской позиции
	<b>Профессиональные компетенции собственные</b>
ПКС-4 (13.03.01/31 Энергообеспечение предприятий)	Способен участвовать в выполнении специальных расчетов для проектирования объектов профессиональной деятельности.

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения (РО), вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (табл. 1).

Таблица 1. Индикаторы достижения компетенции

1	2	3
Компетенция: код по СУОС 3++, формулировка	Индикаторы	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
<p>УКС-1 (13.03.01) Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, ее смысловую оптимизацию и наглядное представление, применять системный подход для решения поставленных задач; использовать основы философских знаний и анализировать закономерности исторического развития общества для формирования мировоззрения и гражданской позиции</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - методики поиска, сбора, обработки информации, ее смысловой оптимизации и наглядного представления в сфере профессиональной деятельности, включая сайты Интернет</p> <p><b>УМЕТЬ</b> - применять методики поиска, сбора, обработки информации, ее смысловой оптимизации и наглядного представления - проводить систематизацию, классификацию, интерпретацию соответствующей информации</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, ее смысловой оптимизации и наглядного представления</p>	<p><b>Формы обучения:</b> Фронтальная и групповая формы.</p> <p><b>Методы обучения:</b> Словесный метод обучения (Лекции) Наблюдение и Исследовательский метод (Лабораторные работы) Метод проблемного обучения(Самостоятельная работа)</p> <p><b>Активные и интерактивные методы обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях</p>
<p>ПКС-4 (13.03.01/31 Энергообеспечение предприятий) Способен участвовать в выполнении специальных расчетов для проектирования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ЗНАТЬ</b> - методы расчетов оборудования объектов профессиональной деятельности</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> - методикой расчета теплового оборудования</p>	<p><b>Формы обучения:</b> Фронтальная и групповая формы.</p> <p><b>Методы обучения:</b> Словесный метод обучения (Лекции) Наблюдение и Исследовательский метод (Лабораторные работы) Метод проблемного обучения(Самостоятельная работа)</p> <p><b>Активные и интерактивные методы обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях</p>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- математики;
- физики;
- химии;
- информационных технологий;
- гидрогазодинамики.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин образовательной программы:

- теплообмена;
- основы трансформации теплоты.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника .

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часа (108 астрономических часов). В том числе: 1 семестр – 4 з.е. (144 ак.ч.).

**Таблица 2.** Объём дисциплины по видам учебных занятий (в академических часах)

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.	
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины
		1
Объем дисциплины	144	144
<b>Аудиторная работа*</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лекции (Л)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Проработка учебного материала лекций	4.5	4.5
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Подготовка к экзамену	30	30
Подготовка реферата	3	3
Выполнение расчетно-графической работы	27	27
Другие виды самостоятельной работы	17.5	17.5
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Экзамен</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО МОДУЛЯМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**Таблица 3. Содержание дисциплины**

№ п/п	Тема (название) модуля	Виды занятий*, часы				Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
<b>1 семестр</b>									
1	Численное дифференцирование и интегрирование. Эмпирические уравнения	14	0	10	23	УКС-1, ПКС-4	7	Реферат	9/15
								Лабораторные работы	3/5
								<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
2	Решение систем уравнений	10	0	5	17	УКС-1, ПКС-4	12	Расчетно-графическая работа	14/23
								Лабораторные работы	1/2
								<b>ИТОГО:</b>	<b>15/25</b>
3	Моделирование процессов	12	0	3	20	УКС-1, ПКС-4	18	Расчетно-графическая работа	14/23
								Лабораторные работы	1/2
								<b>ИТОГО:</b>	<b>15/25</b>
4	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	<b>18/30</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60/100</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки



**Содержание дисциплины, структурированное по темам (модулям)**

№, п/п	Наименование модуля, содержание	Часы
<b>1</b>	<b>Численное дифференцирование и интегрирование. Эмпирические уравнения</b>	
	<b>Лекции</b>	14
1.1	Введение Понятия математического моделирования и численного эксперимента. Примеры численного решения задач. Сравнение физического и численного экспериментов. Достоинства численного эксперимента. Развитие мат. моделей. Погрешности вычислений. Классификация погрешностей, их источники. Абсолютная и относительная погрешности. Округление чисел. Верные, неверные и сомнительные значащие цифры. Учет погрешностей вводимых и выводимых данных. Погрешности при арифметических операциях.	2
1.2	Конечные разности. Понятие конечных разностей. Выражение функции через конечные разности. Выражение разностей через значения функции.	2
1.3	Интерполирование функций Постановка задачи аппроксимации функции. Определение приближенных значений функции по ее значениям в узлах. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Оценка погрешностей.	2
1.4	Подбор эмпирических формул при обработке экспериментальных данных. Метод выбранных точек. Метод средних. Метод наименьших квадратов	2
1.5	Приближенное дифференцирование и интегрирование Приближенное дифференцирование функций заданных таблично. Погрешность дифференцирования. Дифференцирование с помощью интерполяционных формул.	2
1.6	Приближенное интегрирование функций. Метод прямоугольников. Метод трапеций. Формула Симпсона. Погрешности численного интегрирования	2
1.7	Приближенное решение уравнений Приближенное решение нелинейных уравнений. Постановка задачи. Графический метод решения. Метод половинного деления отрезка. Метод хорд (пропорциональных частей). Метод Ньютона. Метод простой итерации. Оценка погрешности методов. Примеры практического применения методов к техническим задачам.	2
	<b>Лабораторные работы</b>	10
ЛР1.1	Знакомство с MathCad. Расчет параметров состояния воды и водяного пара.	5
ЛР1.2	Обработка экспериментальной информации. Эмпирические уравнения для определения теплофизических параметров топлив.	5
	<b>Самостоятельная работа</b>	23
СР1.1	Проработка учебного материала лекций	1.75
СР1.2	Подготовка к лабораторным работам	4
СР1.3	Подготовка реферата	3
СР1.4	Другие виды самостоятельной работы	14.25

<b>2</b>	<b>Решение систем уравнений</b>	
	<b>Лекции</b>	10
2.1	Решение систем линейных уравнений. Основные понятия алгебры матриц. Действия с матрицами. Определитель матрицы. Транспонированная и обратная матрицы. Нормы матриц и векторов. Собственные векторы и собственные значения. Ранг матрицы. Методы решения систем уравнений: точные и приближенные. Правило Крамера. Метод исключения Гаусса. Итерационные методы. Методы простой итерации, Зейделя. Условие сходимости методов. Примеры задач, описываемых системами линейных уравнений.	2
2.2	Приближенное решение систем дифференциальных уравнений. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия. Задача Коши. Краевая задача. Постановка задач. Методы решения задачи Коши. Методы Рунге-Кутты. Первого, второго и четвертого порядка. Методы решения краевой задачи. Метод стрельбы. Метод конечных разностей. Порядок аппроксимации и сходимости разностных методов.	2
2.3	Решение уравнений в частных производных. Основные понятия. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Типы уравнений. Постановка задач эллиптического, гиперболического и параболического типов. Введение сеточной функции, дискретизация задачи и области решения, краевых условий. Разностная аппроксимация уравнений. Построение разностных схем. Шаблоны разностных схем. Условие устойчивости схемы. Сходимость решения разностного уравнения к решению дифференциального. Методы решения задач эллиптического, гиперболического и параболического типов. Явные и неявные схемы. Методы решения систем уравнений	2
2.4	Основные понятия математического моделирования Математические среды для решения инженерных задач. Mathcad, Maple, Matlab, Elcut. Основные подходы к моделированию: теоретический, экспериментальный, математический. Их взаимосвязь, преимущества и недостатки. Этапы математического моделирования с использованием ЭВМ. Типы математических моделей.	2
2.5	Основные требования, предъявляемые к математическим моделям. Адекватность математических моделей. Относительный уровень адекватности модели в сравнении с реальным объектом. Методы контроля адекватности математических моделей.	2
	<b>Лабораторные работы</b>	5
ЛР2.1	Расчет расхода теплоты на прогрев древесины.	5
	<b>Самостоятельная работа</b>	17
СР2.1	Проработка учебного материала лекций	1.25
СР2.2	Подготовка к лабораторным работам	2
СР2.3	Выполнение расчетно-графической работы	12
СР2.4	Другие виды самостоятельной работы	1.75
<b>3</b>	<b>Моделирование процессов</b>	
	<b>Лекции</b>	12

3.1	Математические модели для оценки эффективности использования теплоты, построенные на базе алгебраических уравнений Мат. модель эффективности использования теплоты сгорания топлива в ДВС	2
3.2	Мат. модель торможения транспортных средств в различных условиях. Расчет гидравлических систем, состоящих из параллельно соединенных трубопроводов. Определение количества реагентов в химических реакциях.	2
3.3	Математическое моделирование теплообменного оборудования с поиском оптимального решения Основные понятия. Классификация задач оптимизации. Задачи оптимизации: безусловные и условные. Постановка задачи. Одномерная оптимизация. Многомерные задачи оптимизации. Задание целевых функций. Методы решения задач оптимизации.	2
3.4	Принципы построения математических моделей конструктивных элементов теплоэнергетического оборудования (на примере теплообменного оборудования), оптимизация конструкции, выбор целевой функции и метода решения. Оптимизация режимов работы оборудования ТЭС.	2
3.5	Математическое моделирование тепломассообмена в технологических процессах Применение математического моделирования для расчета процессов и схем теплоэнергетических установок и распределения нагрузки между агрегатами тепловых электрических станций.	2
3.6	Расчет потребления теплоты в технологических процессах.	2
	<b>Лабораторные работы</b>	3
ЛР3.1	Математическая модель передачи теплоты через плоскую стенку в нестационарном режиме.	3
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
СР3.1	Проработка учебного материала лекций	1.5
СР3.2	Подготовка к лабораторным работам	2
СР3.3	Выполнение расчетно-графической работы	15
СР3.4	Другие виды самостоятельной работы	1.5
4	Экзамен	30
СР4.1	Подготовка к экзамену	30

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Рабочая программа дисциплины.
2. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов сети «Интернет», рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины].
5. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных [Раздел 10 Рабочей программы дисциплины].

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине, в соответствии с ОПОП.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (раздел 1). ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ФОС является приложением к данной рабочей программе дисциплины.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Литература

1. Турчак, Л. И. Основы численных методов : учебное пособие / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. — 2-е изд., перераб.и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 304 с. — ISBN 5-9221-0153-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2351>
2. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник для вузов / В. Д. Слабнов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-507-44169-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/215762>

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Сайт университета: <http://bmstu.ru>
2. Сайт кафедры «Проектирование объектов лесного комплекса»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt5/>.
3. Открытая информационная группа кафедры в социальной сети «ВКонтакте»: <http://vk.com/bmstu1830>.
4. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
5. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
6. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
7. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://bmstu-kaluga.ru/library>.
8. Научно-техническая библиотека МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://mf.bmstu.ru/info/library/>.
9. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
10. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
11. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
12. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
13. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
14. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru).
15. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
16. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.
17. Сайт Издательства МГТУ им. Н.Э. Баумана <https://bmstu.press/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание нижеследующие положения.

Дисциплина построена по модульному принципу, каждый модуль представляет собой логически завершенный раздел дисциплины. Дисциплина делится на четыре модуля (включая экзамен).

На первом занятии студент получает информацию для доступа к комплексу методических материалов по дисциплине.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку.

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические документы к лабораторным работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки. Необходимый уровень подготовки контролируется перед проведением лабораторных работ.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения семинаров, практических занятий, практикумов, лабораторных работ и индивидуальных и(или) групповых консультаций, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа** студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к лабораторным работам, подготовка к экзамену, подготовка реферата, выполнение расчетно-графической работы. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекций, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

**Текущий контроль** проводится в течение каждого модуля, его итоговые результаты складываются из оценок по следующим видам контрольных мероприятий:

- Реферат
- Расчетно-графическая работа
- Лабораторные работы.

Освоение дисциплины и ее успешное завершение на стадии промежуточной аттестации возможно только при регулярной работе во время семестра и планомерном прохождении текущего контроля. Набрать рейтинг по всем модулям в каждом семестре, пройти по каждому модулю плановые контрольные мероприятия в течение экзаменационной сессии невозможно.

Для завершения работы в семестре студент должен выполнить все контрольные мероприятия.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине проходит в форме экзамена, контролирующего освоение ключевых, базовых положений дисциплины, составляющих основу остаточных знаний по ней.

**Методика оценки по рейтингу**



Студент, выполнивший все предусмотренные учебным планом задания и сдавший все контрольные мероприятия, получает итоговую оценку по дисциплине за семестр в соответствии со шкалой:

<b>Рейтинг</b>	<b>Оценка на экзамене</b>
85 – 100	отлично
71 – 84	хорошо
60 – 70	удовлетворительно
0 – 59	неудовлетворительно

Оценивание дисциплины ведется в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ**

### **Информационные технологии:**

- Электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий и служб по пересылке и получению электронных сообщений между пользователями компьютерной сети Интернет.
- Электронная почта преподавателя: [ermochenkov@bmstu.ru](mailto:ermochenkov@bmstu.ru)
- Система BigBlueButton <https://webinar.bmstu.ru>;

### **Программное обеспечение:**

- Foxit Reader
- Maple
- Mathcad
- OpenOffice

### **Информационные справочные системы:**

- Информационно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>;
- Информационно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>;

### **Профессиональные базы данных:**

- Ресурс «Машиностроение» <http://www.i-mash.ru>.
- Портал машиностроения <http://www.mashportal.ru>.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Перечень материально-технического обеспечения дисциплины

№, п/п	Вид занятий	Вид и наименование оборудования
1	Лекции	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
2	Лабораторные работы	специально оборудованные аудитории с мультимедийными средствами, средствами звуковоспроизведения и имеющими выход в сеть Интернет; помещения для проведения аудиторных занятий, оборудованные учебной мебелью; аудитории оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и сети Интернет; студии; компьютерные классы.
3	Самостоятельная работа	библиотека, имеющая рабочие места для студентов; выставочные залы; аудитории, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет. Социокультурное пространство университета позволяет студенту качественно выполнять самостоятельную работу.

## ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

### **1). П.7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины**

Литература по дисциплине:

1. Турчак, Л. И. Основы численных методов : учебное пособие / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. — 2-е изд., перераб.и доп. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 304 с. — ISBN 5-9221-0153-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2351>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7.
3. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7.

### **2). П.10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ЧИТАТЬ В СЛЕДУЮЩЕЙ РЕДАКЦИИ:**

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

##### **Программное обеспечение:**

- LibreOffice
- Mathcad
- Mozilla Firefox

##### **Преподаватель кафедры:**

Ермоченков М.Г., профессор (д.н.), доктор технических наук, доцент, [ermochenkov@bmstu.ru](mailto:ermochenkov@bmstu.ru)