

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: 23.06.2024 21:58:18

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.

«25» июня 2021 г.

Факультет К «Космический факультет»

Кафедра КЗ «Прикладная математика, информатика и вычислительная техника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы

Авторы программы:

Мышенков В.И., профессор (д.н.), доктор физико-математических наук, профессор,

vimyshenkov@bmstu.ru

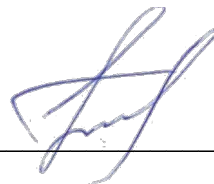
Малашин А.А., профессор (д.н.), доктор физико-математических наук, aamalashin@bmstu.ru

Утверждена на заседании кафедры «Прикладная математика, информатика и вычислительная техника»

Протокол № 11 заседания кафедры «КЗ» от 18.06.2021 г.

Начальник Отдела образовательных программ

Шевлякова А.А



---

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры «КЗ» от 15.04.2022 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры «КЗ» от 14.04.2023 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

Рабочая программа одобрена на 2024/2025 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры «КЗ» от 18.04.2024 г.

Лист переутверждения рабочей программы дисциплины / практики.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

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 .....	15
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине.....	16
7. Перечень учебной литературы и дополнительных материалов, необходимых для освоения дисциплины .....	17
8. Перечень ресурсов сети интернет, рекомендуемых для самостоятельной работы при освоении дисциплины .....	18
9. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	19
10. Перечень информационных технологий, используемых при изучении дисциплины, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем и профессиональных баз данных .....	21
11. Описание материально-технической базы, необходимой для изучения дисциплины..	22

## 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): 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;
- Учебным планом МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

При освоении дисциплины планируется формирование компетенций, предусмотренных ОПОП на основе СУОС 3++ по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата)

Код компетенции по СУОС 3++	Формулировка компетенции
	<b>Универсальные компетенции собственные</b>
УКС-1 (01.03.02)	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.

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 (01.03.02) 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</p> <p><b>ВЛАДЕТЬ</b> - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, ее смысловой оптимизации и наглядного представления</p>	<p><b>Лекции</b> <b>Семинары</b> <b>Лабораторные работы</b> <b>Самостоятельная работа</b> <b>Активные и интерактивные формы (методы) обучения:</b> обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах</p>

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

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы бакалавриата по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана:

- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения.

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

- Математическое моделирование;
- Подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

Освоение учебной дисциплины связано с формированием компетенций с учетом матрицы компетенций ОПОП для направления (уровень бакалавриата): 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц(з.е.),  
360 академических часов (270 астрономических часов). В том числе:  
1 семестр – 3 з.е. (108 ак.ч.), 2 семестр – 3 з.е. (108 ак.ч.), 3 семестр – 4 з.е. (144 ак.ч.).

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

Виды учебной работы	Объем по семестрам, акад. ч.			
	Всего	Количество семестров освоения дисциплины		
		1	2	3
Объем дисциплины	360	108	108	144
<b>Аудиторная работа*</b>	<b>162</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Лекции (Л)	54	18	18	18
Семинары (С)	108	36	36	36
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>198</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>90</b>
Проработка учебного материала лекций	6.75	2.25	2.25	2.25
Подготовка к семинарам	13.5	4.5	4.5	4.5
Подготовка к контрольной работе	18	6	6	6
Подготовка к рубежному контролю	9	3	3	3
Подготовка к экзамену	30	0	0	30
Другие виды самостоятельной работы	120.75	38.25	38.25	44.25
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		<b>Зачёт</b>	<b>Зачёт</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				Активные и интерактивные формы проведения занятий		Компетенции, закрепленные за темой (код по СУОС 3++)	Текущий контроль результатов обучения		
		Л	С	ЛР	СР	Форма проведения занятий	Часы		Срок (неделя)	Формы	Баллы (мин/макс)
<b>1 семестр</b>											
1	Введение в численные методы	6	12	0	18	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	6	УКС-1	6	Контрольная работа	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
2	Численные алгоритмы дифференцирования и интегрирования	8	14	0	21	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	7	УКС-1	13	Контрольная работа	24/40
										<b>ИТОГО:</b>	<b>24/40</b>
3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (часть 1)	4	10	0	15	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	5	УКС-1	18	Рубежный контроль	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
<b>ИТОГО за семестр</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	-	<b>18</b>	-	-	-	<b>60/100</b>
<b>2 семестр</b>											
4	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (часть 2)	6	12	0	18	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	6	УКС-1	6	Контрольная работа	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
5	Основные численные алгоритмы нелинейной алгебры	8	14	0	21	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	7	УКС-1	13	Контрольная работа	24/40
										<b>ИТОГО:</b>	<b>24/40</b>
6	Методы вычисления собственных значений и собственных векторов матриц	4	10	0	15	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	5	УКС-1	18	Рубежный контроль	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
<b>ИТОГО за семестр</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>54</b>	-	<b>18</b>	-	-	-	<b>60/100</b>



3 семестр											
7	Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений	6	12	0	20	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	6	УКС-1	6	Контрольная работа	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
8	Многошаговые разностные методы	8	14	0	23	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	7	УКС-1	13	Контрольная работа	18/30
										<b>ИТОГО:</b>	<b>18/30</b>
9	Численное решение жёстких систем дифференциальных уравнений. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.	4	10	0	17	обсуждение практических примеров на лекциях и семинарах	5	УКС-1	18	Рубежный контроль	12/20
										<b>ИТОГО:</b>	<b>12/20</b>
10	Экзамен	-	-	-	30	-	-	-	-	-	<b>18/30</b>
	<b>ИТОГО за семестр</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>90</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60/100</b>

\*в том числе, в форме практической подготовки

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

<b>№, п/п</b>	<b>Наименование модуля, содержание</b>	<b>Часы</b>
<b>1</b>	<b>Введение в численные методы</b>	
	<b>Лекции</b>	<b>6</b>
1.1	Математическое моделирование. Понятие, примеры. Развитие и уточнение моделей. Достоинства математического эксперимента. Критерий оценки моделей.	2
1.2	Погрешности вычислений. Конечные разности.	2
1.3	Аппроксимация и интерполирование функций.	2
	<b>Семинары</b>	<b>12</b>
C1.1	Связь числа верных знаков с относительной погрешностью. Распространение ошибок в арифметических операциях. Общая формула для погрешности функции. Обратная задача теории погрешностей.	2
C1.2	Формулы вычисления n-й конечной разности функции. Обобщение теоремы Лагранжа о конечном приращении.	2
C1.3	Обобщенная n-я степень числа x. Точечная аппроксимация. Понятие интерполирования.	2
C1.4	Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона	2
C1.5	Формула Лагранжа. Практическое интерполирование. Интерполяция и приближение сплайнами.	2
C1.6	Подбор эмпирических формул. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>18</b>
CP1.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
CP1.2	Подготовка к семинарам	1.5
CP1.3	Подготовка к контрольной работе	3
CP1.4	Другие виды самостоятельной работы	12.75
<b>2</b>	<b>Численные алгоритмы дифференцирования и интегрирования</b>	
	<b>Лекции</b>	<b>8</b>
2.1	Приближённое дифференцирование. Использование конечных разностей для дифференцирования. Использование интерполяционных полиномов.	2
2.2	Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Формула трапеций.	2
2.3	Численное интегрирование. Формула Симпсона. Формулы интерполяционного типа.	2
2.4	Численное интегрирование. Формулы Ньютона–Котеса. Квадратурная формула Гаусса. Экстраполяция по Ричардсону.	2
	<b>Семинары</b>	<b>14</b>
C2.1	Использование конечных разностей для дифференцирования.	2
C2.2	Использование интерполяционных полиномов.	2
C2.3	Формула прямоугольников. Формула трапеций.	2
C2.4	Формула Симпсона. Формулы интерполяционного типа.	2
C2.5	Формулы Ньютона–Котеса.	2
C2.6	Квадратурная формула Гаусса.	2
C2.7	Экстраполяция по Ричардсону.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>21</b>
CP2.1	Проработка учебного материала лекций	1

CP2.2	Подготовка к семинарам	1.75
CP2.3	Подготовка к контрольной работе	3
CP2.4	Другие виды самостоятельной работы	15.25
<b>3</b>	<b>Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (часть 1)</b>	
	<b>Лекции</b>	4
3.1	Правило Крамера. Метод исключения Гаусса.	2
3.2	Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод прогонки.	2
	<b>Семинары</b>	10
C3.1	Основные понятия алгебры матриц и линейной алгебры. Действия с матрицами.	2
C3.2	Нормы матриц и векторов. Решение систем линейных уравнений.	2
C3.3	Правило Крамера.	2
C3.4	Метод исключения Гаусса.	2
C3.5	Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод прогонки.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	15
CP3.1	Проработка учебного материала лекций	0.5
CP3.2	Подготовка к семинарам	1.25
CP3.3	Подготовка к рубежному контролю	3
CP3.4	Другие виды самостоятельной работы	10.25
<b>4</b>	<b>Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (часть 2)</b>	
	<b>Лекции</b>	6
4.1	Вычисление определителя и обратной матрицы методом Гаусса. Метод Гаусса и LU-разложение матрицы. Теорема об LU-разложении. Метод Холецкого (метод квадратного корня). QR-разложение матрицы. Метод вращений. Метод отражений.	2
4.2	Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений. Устойчивость системы линейных алгебраических уравнений. Влияние погрешностей округления при решении систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	2
4.3	Итерационные методы. Метод простой итерации (Якоби). Метод Гаусса–Зейделя. Метод релаксации.	2
	<b>Семинары</b>	12
C4.1	Вычисление определителя и обратной матрицы методом Гаусса.	2
C4.2	Метод Гаусса и LU-разложение матрицы. Теорема об LU-разложении.	2
C4.3	Метод Холецкого (метод квадратного корня).	2
C4.4	QR-разложение матрицы. Метод вращений. Метод отражений.	2
C4.5	Обусловленность систем линейных алгебраических уравнений	2
C4.6	Итерационные методы.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	18
CP4.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
CP4.2	Подготовка к семинарам	1.5
CP4.3	Подготовка к контрольной работе	3
CP4.4	Другие виды самостоятельной работы	12.75
<b>5</b>	<b>Основные численные алгоритмы нелинейной алгебры</b>	

	<b>Лекции</b>	8
5.1	Приближённое решение нелинейных уравнений. Методы последовательных приближений. Отделение корней уравнения. Погрешность приближенного значения корня.	2
5.2	Метод половинного деления. Метод хорд или пропорциональных частей.	2
5.3	Метод Ньютона (касательных). Метод простой итерации.	2
5.4	Решение систем нелинейных уравнений.	2
	<b>Семинары</b>	14
C5.1	Отделение корней уравнения. Погрешность приближенного значения корня.	2
C5.2	Решение нелинейных уравнений методом половинного деления.	2
C5.3	Решение нелинейных уравнений методом хорд.	2
C5.4	Решение нелинейных уравнений методом Ньютона.	2
C5.5	Решение нелинейных уравнений методом простой итерации.	2
C5.6	Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона.	2
C5.7	Решение систем нелинейных уравнений методом простой итерации.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	21
CP5.1	Проработка учебного материала лекций	1
CP5.2	Подготовка к семинарам	1.75
CP5.3	Подготовка к контрольной работе	3
CP5.4	Другие виды самостоятельной работы	15.25
<b>6</b>	<b>Методы вычисления собственных значений и собственных векторов матриц</b>	
	<b>Лекции</b>	4
6.1	Методы решения полной проблемы собственных значений матриц. Метод непосредственного развертывания. Метод вращений Якоби.	2
6.2	Методы решения частичной проблемы собственных значений матриц. Метод простой итерации. Метод одновременных итераций.	2
	<b>Семинары</b>	10
C6.1	Методы решения полной проблемы собственных значений матриц методом непосредственного развертывания.	2
C6.2	Методы решения полной проблемы собственных значений матриц методом вращения Якоби.	2
C6.3	Методы решения частичной проблемы собственных значений матриц методом простой итерации.	2
C6.4	Методы решения частичной проблемы собственных значений матриц методом одновременных итераций.	2
C6.5	Подготовка к рубежному контролю по модулю 6.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	15
CP6.1	Проработка учебного материала лекций	0.5
CP6.2	Подготовка к семинарам	1.25
CP6.3	Подготовка к рубежному контролю	3
CP6.4	Другие виды самостоятельной работы	10.25
<b>7</b>	<b>Алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений</b>	
	<b>Лекции</b>	6
7.1	Постановка задачи Коши. Численное решение задачи Коши.	2
7.2	Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных методов.	2

	Симметричная схема. Исправленный метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Решение с помощью рядов Тейлора.	
7.3	Методы Рунге–Кутта. Методы вложенного типа. Оценка локальной погрешности.	2
	<b>Семинары</b>	12
С7.1	Решение задачи Коши методом Эйлера.	2
С7.2	Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных методов. Симметричная схема. Модифицированный метод Эйлера.	2
С7.3	Решение с помощью рядов Тейлора.	2
С7.4	Семейство двухэтапных методов.	2
С7.5	Методы Рунге–Кутта более высокого порядка.	2
С7.6	Методы вложенного типа. Оценка локальной погрешности решения. Интегрирование с переменным шагом. Выбор максимальной для данной точки длины шага.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	20
СР7.1	Проработка учебного материала лекций	0.75
СР7.2	Подготовка к семинарам	1.5
СР7.3	Подготовка к контрольной работе	3
СР7.4	Другие виды самостоятельной работы	14.75
<b>8</b>	<b>Многошаговые разностные методы</b>	
	<b>Лекции</b>	8
8.1	Формулировка методов. Уравнение для погрешности. Погрешность аппроксимации многошаговых методов.	2
8.2	Примеры многошаговых разностных методов Адамса.	2
8.3	Метод Милна. Решение дифференциальных уравнений с заданной погрешностью на каждом шаге.	2
8.4	Устойчивость и сходимость $m$ -шаговых разностных методов.	2
	<b>Семинары</b>	14
С8.1	Формулировка методов. Уравнение для погрешности. Погрешность аппроксимации многошаговых методов.	2
С8.2	Многошаговые разностные методы Адамса.	2
С8.3	Метод Милна.	2
С8.4	Решение дифференциальных уравнений с заданной погрешностью на каждом шаге.	2
С8.5	Устойчивость по начальным данным однородного разностного уравнения.	2
С8.6	Оценка решения неоднородного уравнения.	2
С8.7	Сходимость $m$ -шагового разностного метода.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	23
СР8.1	Проработка учебного материала лекций	1
СР8.2	Подготовка к семинарам	1.75
СР8.3	Подготовка к контрольной работе	3
СР8.4	Другие виды самостоятельной работы	17.25
<b>9</b>	<b>Численное решение жёстких систем дифференциальных уравнений. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b>	
	<b>Лекции</b>	4

9.1	Решение неявных разностных уравнений. Неявные разностные методы Гира. Неявные методы Рунге-Кутта.	2
9.2	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
	<b>Семинары</b>	10
С9.1	Решение неявных уравнений Гира.	2
С9.2	Решение неявных уравнений Рунге-Кутта.	2
С9.3	Решение краевых задач. Метод коллокаций. Метод наименьших квадратов.	2
С9.4	Решение краевых задач. Метод Бубнова-Галеркина. Вариационный метод Ритца.	2
С9.5	Решение краевых задач. Метод стрельбы. Метод конечных разностей. Метод прогонки решения разностных уравнений.	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	17
СР9.1	Проработка учебного материала лекций	0.5
СР9.2	Подготовка к семинарам	1.25
СР9.3	Подготовка к рубежному контролю	3
СР9.4	Другие виды самостоятельной работы	12.25
10	Экзамен	30
СР10.1	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. Учебная литература и дополнительные материалы [Раздел 7 Рабочей программы дисциплины].
3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [Раздел 8 Рабочей программы дисциплины].
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины [Раздел 9 Рабочей программы дисциплины], обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям.
5. Комплект индивидуальных заданий.

Студенты получают доступ к указанным материалам начиная с первого занятия по дисциплине.

## **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 по дисциплине

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - 8-е изд. - М. : Лаборатория Базовых Знаний : Физматлит ; СПб. : Невский диалект, 2000. - 622 с. - (Технический университет). - Библиогр. в конце гл. - На тит. л. авт. И. В. Бахвалов. - ISBN 5-93208-043-4.
2. Самарский А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / Самарский А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1987. - 286 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 281.
3. Численные методы Учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф., Хабибуллина К.Р. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/95068.html>.

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

1. Сайт кафедры «Прикладная математика, информатика и вычислительная техника»: <https://mf.bmstu.ru/info/faculty/kf/caf/k3/>
2. Российская государственная библиотека. <http://www.rsl.ru>.
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. <http://www.gpntb.ru>.
4. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu.ru>.
5. Научно-техническая библиотека КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://library.bmstu-kaluga.ru>.
6. Научная электронная библиотека <http://eLIBRARY.RU>.
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>.
9. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>.
10. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Юрайт» <https://biblio-online.ru>.
11. Центральная библиотека образовательных ресурсов Минобрнауки РФ. [www.edulib.ru](http://www.edulib.ru).
12. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>.
13. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru>.
14. Научно-техническая библиотека МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. <https://mf.bmstu.ru/info/library/>.

## 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 завершённый раздел курса. В первом семестре три модуля. Во втором семестре три модуля. В третьем семестре четыре модуля (включая экзамен).

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

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

**Семинарские занятия** проводятся для закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения для решения практических задач в предметной области дисциплины.

**Лабораторные работы** предназначены для приобретения опыта практической реализации основной профессиональной образовательной программы. Методические указания 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 практических занятий, 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: в первом семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к лабораторным работам, подготовка к контрольной работе, подготовка к рубежному контролю, во втором семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к контрольной работе, подготовка к рубежному контролю, в третьем семестре проработка учебного материала лекций, подготовка к семинарам, подготовка к экзамену, подготовка к контрольной работе, подготовка к рубежному контролю. Результаты всех видов работы студентов формируются в виде их личного рейтинга, который учитывается на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, 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:

- Контрольная работа;
- Рубежный контроль.

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 результатам первого семестра по дисциплине проходит в форме зачета. Промежуточная аттестация по результатам второго семестра проходит в форме зачета. Промежуточная аттестация по результатам третьего семестра 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>	<b>Оценка на зачете</b>
85 – 100	отлично	Зачтено
71 – 84	хорошо	Зачтено
60 – 70	удовлетворительно	Зачтено
0 – 59	неудовлетворительно	Не зачтено

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.
- e-mail преподавателей для оперативной связи:  
[aamalashin@bmstu.ru](mailto:aamalashin@bmstu.ru)  
[vimyshenkov@bmstu.ru](mailto:vimyshenkov@bmstu.ru)

### **Программное обеспечение:**

- ANSYS CFD Premium Solver
- Maple
- Mathcad
- Matlab
- Python
- Visual Studio

### **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	Семинары	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	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.
4	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. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - 8-е изд. - М. : Лаборатория Базовых Знаний : Физматлит ; СПб. : Невский диалект, 2000. - 622 с. - (Технический университет). - Библиогр. в конце гл. - На тит. л. авт. И. В. Бахвалов. - ISBN 5-93208-043-4.
2. Самарский А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / Самарский А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1987. - 286 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 281.
3. Численные методы Учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф., Хабибуллина К.Р. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/95068.html>.

### **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:**

- ANSYS CFD Premium Solver
- Maple
- Mathcad
- Matlab
- Python

##### **Преподаватель кафедры:**

Мышенков В.И., профессор (д.н.), доктор физико-математических наук, профессор,  
[lapashina@bmstu.ru](mailto:lapashina@bmstu.ru)

## 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. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - 8-е изд. - М. : Лаборатория Базовых Знаний : Физматлит ; СПб. : Невский диалект, 2000. - 622 с. - (Технический университет). - Библиогр. в конце гл. - На тит. л. авт. И. В. Бахвалов. - ISBN 5-93208-043-4.
2. Самарский А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / Самарский А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1987. - 286 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 281.
3. Численные методы Учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф., Хабибуллина К.Р. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/95068.html>.

### **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:**

- ANSYS CFD Premium Solver
- Maple
- Mathcad
- Matlab
- Python

##### **Преподаватель кафедры:**

Мышенков В.И., профессор (д.н.), доктор физико-математических наук, профессор,  
[vimyshenkov@bmstu.ru](mailto:vimyshenkov@bmstu.ru)



## 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. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - 8-е изд. - М. : Лаборатория Базовых Знаний : Физматлит ; СПб. : Невский диалект, 2000. - 622 с. - (Технический университет). - Библиогр. в конце гл. - На тит. л. авт. И. В. Бахвалов. - ISBN 5-93208-043-4.
2. Самарский А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / Самарский А. А. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1987. - 286 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 281.
3. Численные методы Учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф., Хабибуллина К.Р. - 2018. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/95068.html>.

### **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:**

- ANSYS Academic Research Mechanical and CFD
- Maple
- PyCharm Community 2019.+
- Python

##### **Преподаватель кафедры:**

Малашин А.А., профессор (д.н.), доктор физико-математических наук, [aamalashin@bmstu.ru](mailto:aamalashin@bmstu.ru)