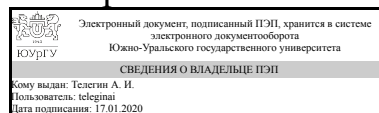


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



А. И. Телегин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

дисциплины ДВ.1.07.01 Численные методы в проектировании ЛА  
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

уровень специалист тип программы Специалитет

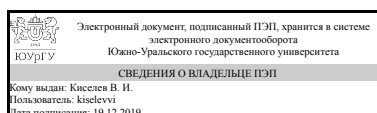
специализация Ракетные транспортные системы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

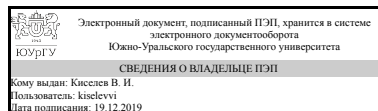
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



В. И. Киселев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является обучение студентов численным методам и применение их для решения задач. Дисциплина предполагает системное изложение теоретического материала, который дает представление об основных методах численного решения, их погрешностях. На практических занятиях закрепляется теоретический материал. Путем решения задач, студенты осваивают методы численного решения, учатся оценивать погрешности. Дисциплина является важной составной частью подготовки специалиста. На основе полученных знаний учащиеся приобретают навыки применения методов для решения производственных задач. Дисциплина изучает специальные практические методы решения задач различных отраслей математики (в первую очередь, математического анализа) в ситуациях, когда аналитическое решение невозможно, либо связано с большими сложностями. Ошибочно мнение, согласно которому, изучение численных методов сводится к формированию навыков вычислений. Это, прежде всего, мощный математический инструмент, позволяющий успешно решать многие, весьма сложные проблемы. Овладение этим инструментом есть существенная составляющая подготовки будущего специалиста. Особенно это актуально в эпоху глобальной компьютеризации, когда реализация традиционных методов вычислений поднялась на гораздо более высокий качественный уровень.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Численные методы» изучает приближённые методы, которые позволяют вычислять приближённо значения функций, строить аналитические выражения для различных функций (выполнять аппроксимацию функций), заданных таблицей значений, вычислять приближённо значения производных и интегралов, находить приближённо решения дифференциальных, нелинейных и линейных уравнений и их систем. Данные о характеристиках производства и различных производственных процессов, как правило, могут быть получены эмпирическим путём, поэтому они могут иметь неустранимую начальную погрешность измерения, обусловленную погрешностью измерительной аппаратуры, могут зависеть от различных случайных факторов и условий, при которых они получены, поэтому могут носить стохастический характер. Эти данные необходимо в дальнейшем обрабатывать: находить между ними некоторую функциональную зависимость, определять экстремум полученной функции или дифференцировать, а может интегрировать её для дальнейшего исследования и так далее. Решать задачи такого рода, с применением средств вычислительной техники, призвана дисциплина «Численные методы», которая позволяет заменить аналитические методы решения различных математических задач аналогичными численными методами решения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование,	Знать: терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; - и применять на практике теорию погрешностей,

прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения	теорию приближения функций, теорию численного дифференцирования и численного интегрирования, а также методы решения линейных и нелинейных уравнений, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.
	Уметь: правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи; - осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода; - понимать и применять на практике компьютерные технологии численного решения практических задач.
	Владеть: навыками решения практических задач с использованием численных методов.
ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать, с помощью алгоритмических языков, программы для исследования процессов, описанных математическими моделями	Знать: терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики; - и применять на практике теорию погрешностей, теорию приближения функций, теорию численного дифференцирования и численного интегрирования, а также методы решения линейных и нелинейных уравнений, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. - -
	Уметь: правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи; - осуществлять расчет и анализ погрешностей численного метода; - понимать и применять на практике компьютерные технологии численного решения практических задач.
	Владеть: навыками решения практических задач с использованием численных методов.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.05.01 Алгебра и геометрия	ДВ.1.05.02 Баллистика ракет, Б.1.30 Проектирование РКТ

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.05.01 Алгебра и геометрия	Знать: основные понятия алгебры и геометрии Уметь: использовать основные понятия математики для решения профессиональных задач Владеть: методами решения задач алгебры и геометрии
Б.1.09 Теоретическая механика	Знать: основные законы теоретической механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей;

	Уметь: использовать базовые положения математики при решении задач статики, кинематики и динамики; Владеть: навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения законов механики.
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Изучение теоретического материала	30	30	
Решение практических задач	30	30	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия теории численных методов	6	2	4	0
2	Восстановление и приближение функций	12	4	8	0
3	Численное дифференцирование и интегрирование	12	4	8	0
4	Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	6	2	4	0
5	Решение алгебраических и трансцендентных уравнений	6	2	4	0
6	Решение систем нелинейных алгебраических уравнений	6	2	4	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия теории численных методов. Погрешность результата численного решения задачи. Источники и классификация погрешности. Оценки погрешностей	2
2	2	Восстановление и приближение функций. Итерполяционные многочлены.(многочлен Ньютона, многочлен Лагранжа)	2
3	2	Равномерное приближение по методу наименьших квадратов.	2

4	3	Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования, основанные на многочленах Ньютона, Лагранжа.	2
5	3	Численное интегрирование. Метод неопределенных коэффициентов. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формула трапеций. Формула Симпсона.	2
6	4	Метод Гаусса. Метод итераций. Метод Зейделя. Сходимость итерационных методов.	2
7	5	Отделение корней. Метод итераций. Метод хорд. Метод касательных.	2
8	6	Метод Ньютона. Метод итераций.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Абсолютная и относительная погрешности. Нахождение погрешностей по данным результатам. Формулы погрешностей.	4
2	2	Интерполирование функций, заданных таблично. Интерполяционные многочлены Ньютона, Лагранжа, сплайны.	4
3	2	Равномерное приближение по методу наименьших квадратов.	4
4	3	Численное дифференцирование. формулы численного дифференцирования, основанные на многочленах Ньютона, Лагранжа.	4
5	3	Численное интегрирование. Метод неопределенных коэффициентов. Формула трапеций. формула Симпсона.	4
6	4	Метод Гаусса. Метод итераций. Метод Зейделя.	4
7	5	Отделение корней. Метод итераций. Метод хорд. Метод касательных.	4
8	6	Метод Ньютона. Метод итераций.	4

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение теоретического материала, Интерполирование	лекция № 2, Волков Е.А. Численные методы: Учеб. пособие/Е.А. Волков. - Спб.: Лань, 2008	20
Изучение теоретического материала. Численное дифференцирование и интегрирование	лекция № 3, Волков Е.А. Численные методы: Учеб. пособие/Е.А. Волков. - Спб.: Лань, 2008	20
Численное решение нелинейных уравнений Сходимость итерационных методов.	лекция № 4, Волков Е.А. Численные методы: Учеб. пособие/Е.А. Волков. - Спб.: Лань, 2008	10
Изучение теоретического материала. Решение СЛАУ прямыми методами.	лекция № 5, Волков Е.А. Численные методы: Учеб. пособие/Е.А. Волков. - Спб.: Лань, 2008	10

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Иновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Лекции с проблемным изложением, лекции-дискуссии, проведение коллоквиумов, тестов	Лекции	четко и ясно структурировать занятие; рационально дозировать материал в каждом из разделов; использовать простой, доступный язык, образную речь с примерами и сравнениями; отказаться, насколько это возможно, от иностранных слов; использовать наглядные пособия, схемы, таблицы, модели, графики и т. п.; применять риторические и уточняющие понимание материала вопросы; обращаться к техническим средствам обучения: проектору, видеозаписи, магнитофону	16
интерактивные формы (	Практические занятия и семинары	основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» дисциплины; самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции	32

### **Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе**

Иновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Лекции с проблемным изложением, лекции-дискуссии, проведение коллоквиумов, тестов	одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала. Она предшествует всем другим формам организации учебного процесса, позволяет оперативно актуализировать учебный материал дисциплины

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7.1. Паспорт фонда оценочных средств**

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное	Зачет	1-17

	компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения		
Все разделы	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать, с помощью алгоритмических языков, программы для исследования процессов, описанных математическими моделями	Зачет	1-17
Основные понятия теории численных методов	ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения	Решение задачи 1	1
Восстановление и приближение функций	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать, с помощью алгоритмических языков, программы для исследования процессов, описанных математическими моделями	Решение задачи 2	1
Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	ПК-1 способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения	Решение задачи 3	1
Решение систем нелинейных алгебраических уравнений	ПК-9 способностью самостоятельно разрабатывать, с помощью алгоритмических языков, программы для исследования процессов, описанных математическими моделями	Подготовка конспекта по теме "Решение систем нелинейных алгебраических уравнений"	1

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Каждый студент устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи 1	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее

	24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	60 %
Решение задачи 2	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задачи 3	Решение задачи осуществляется на последнем занятии изучаемого раздела. На решение 1 задачи отводится 0,5 часа. Каждому студенту дается по 1 задаче. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное решение задачи соответствует 3 баллам. Частично правильный ответ соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Подготовка конспекта по теме "Решение систем нелинейных алгебраических уравнений"	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 3. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1. Алгоритм метода Гаусса и его устойчивость 2. Метод простых итераций при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости итерационного процесса. 3. Метод Зейделя при решении СЛАУ. Достаточное условие сходимости метода Зейделя 4. Отделение корней уравнения (графически и аналитически).



	<p>Уточнение корня методом половинного деления.</p> <p>5. Уточнение корня уравнения методом хорд</p> <p>6. Уточнение корня уравнения методом касательных</p> <p>7. Уточнение корня уравнения комбинированным методом.</p> <p>8. Интерполирование функции. Линейная интерполяция, погрешность линейной интерполяции</p> <p>9. Интерполяционный многочлен Лагранжа, оценка погрешности.</p> <p>Конечные разности</p> <p>10. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов (1-ая и 2-ая формулы).</p> <p>11. Аппроксимация функций одной переменной. Выбор вида приближающей функции. Метод средних и метод наименьших квадратов.</p> <p>12. Численное интегрирование. Метод прямоугольников и метод трапеций.</p> <p>13. Численное интегрирование. Вывод формулы Симпсона (параболы).</p> <p>14. Формулы Гаусса при численном интегрировании. Полином Лежандра.</p> <p>15. Задача Коши. Метод Эйлера при решении дифференциального уравнения и систем ОДУ. Модификации метода Эйлера.</p> <p>16. Метод Рунге-Кутты, графическая иллюстрация.</p> <p>17. Многошаговые методы. Алгоритм Адамса.</p>
Решение задачи 1	<p>Пример задачи:</p> <p>Подобрать интерполяционную формулу для интерполирования в начале или конце таблицы и с помощью этой формулы найти приближенное значение интерполируемой функции в точке (). При построении интерполяционной формулы использовать только правильные конечные разности, но не выше 4 -го порядка. Оценить погрешность метода и неустранимую погрешность предполагая, что табличные значения функции заданы с верными знаками.</p> <p>Исходные данные:</p> <p><math>y_0 = 2,718</math></p> <p><math>y_1 = 3,004</math></p> <p><math>y_2 = 3,320</math></p> <p><math>y_3 = 3,669</math></p> <p><math>y_4 = 4,055</math></p> <p><math>y_5 = 4,481</math></p> <p><math>y_6 = 4,953</math></p> <p><math>y_7 = 5,473</math></p> <p><math>y_8 = 6,049</math></p> <p><math>y_9 = 6,685</math></p> <p><math>y_{10} = 7,389</math></p> <p>2,02</p> <p>1,56</p>
Решение задачи 2	<p>Пример задачи:</p> <p>Подобрать интерполяционную формулу для интерполирования в середине таблицы и с помощью этой формулы найти приближенное значение интерполируемой функции в точке (). При построении интерполяционной формулы использовать только правильные конечные разности, но не выше 4 -го порядка. Оценить погрешность метода и неустранимую погрешность предполагая, что табличные значения функции заданы с верными знаками.</p> <p>Исходные данные:</p>

	$y_0 = 2,718$ $y_1 = 3,004$ $y_2 = 3,320$ $y_3 = 3,669$ $y_4 = 4,055$ $y_5 = 4,481$ $y_6 = 4,953$ $y_7 = 5,473$ $y_8 = 6,049$ $y_9 = 6,685$ $y_{10} = 7,389$ 2,02 1,56
Решение задачи 3	<p>Пример задачи:  Выполнить численное дифференцирование функции заданной таблично. Значение первой производной оценить в точке (). Оценить погрешность метода и неустранимую погрешность предполагая, что табличные значения функции заданы с верными знаками. Для вычисления производной использовать конечные разности не выше второго порядка.</p> <p>Исходные данные:  <math>y_0 = 2,718</math>  <math>y_1 = 3,004</math>  <math>y_2 = 3,320</math>  <math>y_3 = 3,669</math>  <math>y_4 = 4,055</math>  <math>y_5 = 4,481</math>  <math>y_6 = 4,953</math>  <math>y_7 = 5,473</math>  <math>y_8 = 6,049</math>  <math>y_9 = 6,685</math>  <math>y_{10} = 7,389</math>  2,02  1,56</p>
Подготовка конспекта по теме "Решение систем нелинейных алгебраических уравнений"	Гаврюшин, С. С. Численный анализ элементов конструкций машин и приборов [Текст] : монография / С. С. Гаврюшин, О. О. Барышникова, О. Ф. Борискин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 Глава 4.1. Стр. 112-144.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Поршнева, С. В. Численные методы на базе Mathcad [Текст] : учебное пособие / С. В. Поршнева, И. В. Беленкова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2014
2. Гаврюшин, С. С. Численный анализ элементов конструкций машин и приборов [Текст] : монография / С. С. Гаврюшин, О. О. Барышникова, О. Ф. Борискин. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014

#### б) дополнительная литература:

1. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. - СПб. : Лань, 2008. - 256 с. + Электронный ресурс.

2. Прикладная механика сплошных сред : учебник для вузов. Т. 3 : Численные методы в задачах физики быстропротекающих процессов / А. В. Бабкин, В. И. Колпаков, В. Н. Охитин, В. В. Селиванов ; науч. ред. В. В. Селиванов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006
3. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. В 2-х т. [Текст] : учебник для вузов . Т. 1 / Н. С. Пискунов. - М. : Интеграл-пресс, 2010
4. Вержбицкий, В. М. Основы численных методов : учебник для вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2002. - 840 с. : ил.
5. Вержбицкий, В. М. Численные методы ( Линейная алгебра и нелинейные уравнения ) : учебное пособие для математических и инженерных спец. Вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2000. - 266 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=65043](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=65043)
2. Сорокин, Ф.Д. Численный расчет круглых несимметрично нагруженных пластин переменной в радиальном направлении толщины: метод. указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2014. — 36 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=58456](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=58456)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

3. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=65043](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=65043)
4. Сорокин, Ф.Д. Численный расчет круглых несимметрично нагруженных пластин переменной в радиальном направлении толщины: метод. указания [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2014. — 36 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=58456](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=58456)

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Д (се) лог авт / сс

1	Основная литература	Кириллов, В.В. Численные методы [Электрон. текст. дан.] : электронный конспект лекций / В.В. Кириллов.– Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - Режим доступа : <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000551016">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000551016</a>	Электронный каталог ЮУрГУ	Лог / Ст
2	Основная литература	Трухан, А.А. Теория вероятностей в инженерных приложениях [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Трухан, Г.С. Кудряшев. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 364 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56613">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56613</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
3	Основная литература	Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 324 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71713">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71713</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
4	Дополнительная литература	Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=537</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
5	Основная литература	Бухштаб, А.А. Теория чисел [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65053">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65053</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
6	Основная литература	Алексеев, Г.В. Математические методы в инженерии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2014. — 69 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70896">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70896</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
7	Основная литература	Башкин, В.А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики [Электронный ресурс] : монография / В.А. Башкин, И.В. Егоров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 332 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59694">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59694</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
8	Основная литература	Бахвалов, Н.С. Численные методы [+Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 637 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70767">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70767</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св
9	Дополнительная литература	Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [+Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 241 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70743">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70743</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ин / Св

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Не предусмотрено