

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.06.2024 16:44:08  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт информационных технологий и цифровой трансформации  
Кафедра прикладной математики и программирования

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Вычислительные методы прогнозирования

Уровень образования	бакалавриат	
Направление подготовки	01.03.02	Прикладная математика и информатика
Профиль	Программирование и искусственный интеллект	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины (Вычислительные методы прогнозирования) основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 09.04.2024 г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

- Доцент А.М. Романенков
  - Ст. преподаватель А. Т. Костоев
- Заведующий кафедрой: А. В. Мокряков

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Учебная дисциплина «Вычислительные методы прогнозирования» изучается в третьем семестре.

Курсовая работа – не предусмотрена.

1.1. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Вычислительные методы прогнозирования относится обязательной части.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

– Дифференциальное и интегральное исчисления.

Результаты обучения по учебной дисциплине используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

– Вероятностное моделирование процессов и систем;

– Математические методы обработки и анализа данных.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Целями изучения дисциплины Вычислительные методы прогнозирования являются:

– формирование теоретических знаний и практических навыков в области численных методов и оптимизации;

– развитие компетенций в применении численных методов и алгоритмов для решения математических задач;

– подготовка к решению профессиональных задач с использованием оптимальных инструментальных средств и методов;

– умение анализировать и оценивать точность и эффективность численных методов;

– развитие навыков применения информационных и цифровых технологий в численных методах;

– способность к самостоятельному освоению и адаптации новых численных методов и алгоритмов;

– формирование у обучающихся компетенции, установленной образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенции и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-ОПК-3.1 Анализ и использование математических моделей для решения актуальных задач прикладной математики и информатики</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Понимание и применение точных и приближенных методов для решения скалярных уравнений, метод дихотомии, теорема Больцано-Коши.</li> <li>– Применение метода простой итерации для нахождения решений уравнений.</li> <li>– Навыки использования метода Ньютона для нахождения корней уравнений.</li> <li>– Навыки решения СЛАУ с использованием диагональных и треугольных матриц.</li> <li>– Умение применять метод Ньютона для решения нелинейных систем уравнений, понимание и оценка сходимости и скорости сходимости метода.</li> <li>– Понимание концепции итерационных методов и их применения для решения СЛАУ.</li> <li>– Навыки применения метода Зейделя для решения систем линейных уравнений.</li> <li>– Понимание понятия нормы матрицы, числа обусловленности и их значения для вычислений, теорема об оценке относительной погрешности.</li> <li>– Знание методов минимальных невязок, скорейшего спуска и сопряженных градиентов для решения задач оптимизации.</li> <li>– Понимание и применение интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона, оценка погрешности интерполяции.</li> <li>– Умение применять метод прогонки для решения систем</li> </ul>
	<p>ИД-ОПК-3.3 Применение математических моделей в области профессиональной деятельности</p>	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проектировать, разрабатывать и адаптировать программное обеспечение в целях обработки данных	ИД-ПК-1.5 Использование математических и аналитических методов исследования данных	<p>трехдиагональных уравнений, оценка вычислительной сложности метода.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыки решения систем линейных уравнений методом Гаусса.</li> <li>– Навыки применения методов численного интегрирования: прямоугольников, трапеций и Симпсона, оценка погрешности численного интегрирования.</li> <li>– Понимание и применение метода Эйлера для решения задачи Коши, знание разностных схем и их шаблонов.</li> <li>– Применение схемы Эйлера с пересчетом и семейства схем Рунге-Кутты для решения задач, понимание различных схем Рунге-Кутты и их применения к численным задачам.</li> </ul>

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	6	з.е.	192	час.
---------------------------	---	------	-----	------

#### 3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/ курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
3 семестр	экзамен	192	50		34			76	32
Всего:	экзамен	192	50		34			76	32

## 3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
<b>Третий семестр</b>							
ИД-ОПК-3.1; ИД-ОПК-3.3; ИД-ПК-1.5	<b>Раздел I. Вычислительные методы прогнозирования</b>	х	х	х	х	76	Формы текущего контроля по разделу I: 1. Лабораторные работы.
	Тема 1.1 Методы решения скалярных уравнений. Понятие точного и приближенного метода. Теорема Больцано-Коши (о промежуточном значении). Метод дихотомии.	2		2		х	
	Тема 1.2 Метод простой итерации. Теорема о сходимости метода простой итерации. Достаточное условие сходимости метода простой итерации.	2		2		х	
	Тема 1.3 Метод Ньютона. Итерационный процесс для вычисления корня $p$ -ой степени.	2		2		х	
	Тема 1.4 Метод Ньютона для нелинейных систем. Сходимость и скорость сходимости метода Ньютона.	2		2		х	
	Тема 1.5 Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) при специальном виде матрицы коэффициентов (диагональная, треугольная). Оценка числа операций.	2		2		х	
	Тема 1.6 Норма матрицы. Число обусловленности матрицы. Теорема об оценке относительной погрешности.	2		2		х	
	Тема 1.7 Метод прогонки. Оценка числа операций.	2		2		х	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Тема 1.8 Метод Гаусса.	2		2		x	
	Тема 1.9 Итерационные методы решения СЛАУ. Понятие приближенного решения. Явные и неявные методы. Каноническая форма итерационного процесса.	2		2		x	
	Тема 1.10 Теорема о сходимости итерационного процесса для СЛАУ.	4		2		x	
	Тема 1.11 Метод простой итерации. Приведение метода простой итерации к канонической форме. Сходимость метода простой итерации.	4		2		x	
	Тема 1.12 Метод Зейделя. Каноническая форма метода Зейделя. Сходимость метода Зейделя.	4		2		x	
	Тема 1.13 Вариационные методы. Метод минимальных невязок. Метод скорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов.	4		2		x	
	Тема 1.14 Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.	4		2		x	
	Тема 1.15 Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Оценка погрешности численного интегрирования.	4		2		x	
	Тема 1.16	4		2		x	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Практическая подготовка, час		
	Метод Эйлера решения задачи Коши. Понятие разностной схемы. Явная и неявная разностная схема. Понятие шаблона разностной схемы.						
	Тема 1.17 Схема Эйлера с пересчетом. Семейство схем Рунге-Кутты.	4		2		х	
	Экзамен	х	х	х	х	32	экзамен по билетам
	<b>ИТОГО за третий семестр</b>	<b>50</b>		<b>34</b>		<b>108</b>	
	<b>ИТОГО за весь период</b>	<b>50</b>		<b>34</b>		<b>108</b>	

## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
<b>Раздел I</b>	<b>Вычислительные методы прогнозирования</b>	
Тема 1.1	Методы решения скалярных уравнений. Понятие точного и приближенного метода. Теорема Больцано-Коши (о промежуточном значении). Метод дихотомии.	Введение в методы решения уравнений. Различие между точными и приближенными методами. Описание метода дихотомии. Формулировка и применение теоремы Больцано-Коши.
Тема 1.2	Метод простой итерации. Теорема о сходимости метода простой итерации. Достаточное условие сходимости метода простой итерации.	Объяснение метода простой итерации. Теорема о сходимости этого метода и его условия.
Тема 1.3	Метод Ньютона. Итерационный процесс для вычисления корня $p$ -ой степени.	Описание метода Ньютона для поиска корней уравнения. Рассмотрение итерационного процесса для вычисления корня $p$ -ой степени
Тема 1.4	Метод Ньютона для нелинейных систем. Сходимость и скорость сходимости метода Ньютона.	Применение метода Ньютона для решения нелинейных систем уравнений. Разбор сходимости и скорости сходимости метода.
Тема 1.5	Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) при специальном виде матрицы коэффициентов (диагональная, треугольная). Оценка числа операций.	Рассмотрение методов решения систем линейных алгебраических уравнений с использованием специальных свойств матриц. Оценка вычислительной сложности.
Тема 1.6	Норма матрицы. Число обусловленности матрицы. Теорема об оценке относительной погрешности.	Определение и применение нормы матрицы. Разбор числа обусловленности матрицы и его значение для вычислений.
Тема 1.7	Метод прогонки. Оценка числа операций.	Описание метода прогонки для решения систем трехдиагональных уравнений. Оценка вычислительной сложности.
Тема 1.8	Метод Гаусса.	Обсуждение метода Гаусса для решения систем линейных уравнений.
Тема 1.9	Итерационные методы решения СЛАУ. Понятие приближенного решения. Явные и неявные методы. Каноническая форма итерационного процесса.	Введение в итерационные методы. Понятие приближенного решения и канонической формы итерационного процесса.
Тема 1.10	Теорема о сходимости итерационного процесса для СЛАУ.	Обсуждение условий сходимости итерационных процессов для систем линейных уравнений.
Тема 1.11	Метод простой итерации. Приведение метода простой итерации к канонической	Приведение метода простой итерации к канонической форме. Изучение сходимости этого метода.



	форме. Сходимость метода простой итерации.	
Тема 1.12	Метод Зейделя. Каноническая форма метода Зейделя. Сходимость метода Зейделя.	Рассмотрение метода Зейделя для решения систем линейных уравнений. Каноническая форма и сходимость.
Тема 1.13	Вариационные методы. Метод минимальных невязок. Метод скорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов.	Изучение методов минимальных невязок, скорейшего спуска и сопряженных градиентов.
Тема 1.14	Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.	Разбор многочленов Лагранжа и Ньютона для интерполяции функций. Оценка погрешности интерполяции.
Тема 1.15	Численное интегрирование. Методы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Оценка погрешности численного интегрирования.	Обсуждение методов численного интегрирования: прямоугольников, трапеций и Симпсона. Оценка погрешности численных методов.
Тема 1.16	Метод Эйлера решения задачи Коши. Понятие разностной схемы. Явная и неявная разностная схема. Понятие шаблона разностной схемы.	Введение в метод Эйлера для численного решения задачи Коши. Рассмотрение разностных схем и их шаблонов.
Тема 1.17	Схема Эйлера с пересчетом. Семейство схем Рунге-Кутты.	Изучение улучшенных методов численного решения дифференциальных уравнений.

### 3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведённого учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим занятиям, экзамену;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- лабораторные работы;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя предусматривает проведением консультации перед экзаменом.

### 3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

##### 4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности
			профессиональной(-ых) компетенции(-й)
			ИД-ОПК-3.1; ИД-ОПК-3.3; ИД-ПК-1.5
высокий	85-100	отлично	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения;</li> <li>– демонстрирует высокий уровень решения задач численных методов;</li> <li>– свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> </ul> <p>дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.</p>
повышенный	70-84	хорошо	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия;</li> <li>– демонстрирует достаточно хороший уровень решения задач численных методов;</li> <li>– достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> </ul> <p>дает ответы на поставленные вопросы, отражающие знания теоретического материала, при этом, не допуская существенных неточностей.</p>
базовый	55-64	удовлетворительно	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения образовательной программы;</li> <li>– демонстрирует базовый уровень решения задач численных методов;</li> </ul> <p>дает ответы, отражающие знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.</p>

низкий	0-54	неудовлетворительно	Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– не способен самостоятельно решать задачи численных методов;</li> <li>– дает ответы, отражающие отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul>
--------	------	---------------------	---

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине (Вычислительные методы прогнозирования) проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

### 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
1	Лабораторные работы	<p><b>Работа №1.</b> Локализируйте корни заданных уравнений и напишите программу, в которой методом простой итерации, методом дихотомии и методом Ньютона находится приближение к данным корням с точностью <math>\varepsilon = 10^{-4}</math>. Программа должна выводить номер итерации и текущее приближение к корню. Сравните число итераций для каждого из методов.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\sin x - 2x^2 + 0,5 = 0</math> ;</li> <li>2. <math>\sqrt{1-x^2} - e^x + 0,1 = 0</math> ;</li> <li>3. <math>x^6 - 5x^3 - 2 = 0</math> ;</li> <li>4. <math>\ln x - \frac{1}{1+x^2} = 0</math> ;</li> <li>5. <math>3^x - 5x^2 + 1 = 0</math> .</li> </ol>	ИД-ОПК-3.1; ИД-ОПК-3.3; ИД-ПК-1.5

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p><b>Работа №2.</b>            Во всех заданиях точность <math>\varepsilon = 10^{-k}</math>, где <math>k</math> – параметр вашей программы.</p> <p>6. Локализируйте корни заданных уравнений и напишите программу, в которой методом простой итерации находится приближение к данным корням с точностью <math>\varepsilon</math>. Программа должна выводить номер итерации и текущее приближение к корню.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>x^3 + x^2 - x + \frac{1}{2} = 0</math>;</li> <li><math>\frac{e^x}{A} = x + 1</math>, где <math>A &gt; 0</math>;</li> <li><math>x^3 - 20x + 1 = 0</math>;</li> <li><math>2^x + x^2 - 2 = 0</math>;</li> <li><math>x \ln(x + 2) - 1 + x^2 = 0</math>;</li> <li><math>\frac{x^3}{A} = A \cos x</math>, где <math>A &gt; 1</math>.</li> </ol> <p>7. Найдите приближенное решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона. Приближенное решение следует искать с точностью <math>\varepsilon</math>. В качестве начального приближения стоит взять точку, которая недалеко отстоит от корня системы. Для поиска такой точки следует построить графики уравнений системы и на основе графиков выбрать нужное начальное приближение. Вашу систему (для двумерного случая) можно записать в векторном виде:</p> $F(x, y) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \text{где } F(x, y) = \begin{pmatrix} f(x, y) \\ g(x, y) \end{pmatrix}.$ <p>Пусть <math>X_0 = \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}</math> – начальное приближение к решению вашей системы, а <math>X_n = \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix}</math> – последовательность векторов, которая получена по итерационной формуле Ньютона. В качестве критерия остановки итерационного процесса следует использовать правило:</p> $(\ F(x_n, y_n)\ _2 < \varepsilon) \&\& (\ X_n - X_{n-1}\ _2 < \varepsilon).$ <ol style="list-style-type: none"> <li>Для разных значений параметров <math>A, \alpha, \beta</math> найдите приближенное решение нелинейной системы:           <math display="block">\begin{cases} \operatorname{tg}(xy + A) = x^2 \\ \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} = 1 \end{cases} .</math> </li> </ol>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>Приведите расчеты для следующих значений параметров:</p> <p>i. <math>A = 0,2; \alpha^2 = \frac{1}{0,6}; \beta^2 = \frac{1}{2};</math></p> <p>ii. <math>A = 0,4; \alpha^2 = \frac{1}{0,8}; \beta^2 = \frac{1}{2};</math></p> <p>iii. <math>A = 0,3; \alpha^2 = \frac{1}{0,2}; \beta^2 = \frac{1}{3};</math></p> <p>iv. <math>A = 0; \alpha^2 = \frac{1}{0,6}; \beta^2 = \frac{1}{2}.</math></p> <p>б. Найдите приближенное решение системы:</p> $\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 - 2 = 0, \\ e^{x_1-1} + x_2^3 - 2 = 0. \end{cases}$ <p><b>Работа №3</b> Методом Гаусса найдите решение СЛАУ:</p> <p>1. <math display="block">\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 4 \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 6 \\ 8x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 12 \\ 3x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_4 = 6 \end{cases}</math></p> <p>2. <math display="block">\begin{cases} x_1 + 7x_2 - 9x_3 - 8x_4 = -7 \\ -3x_1 - 18x_2 + 23x_3 + 28x_4 = 5 \\ -3x_2 + 6x_3 - x_4 = 8 \\ -x_1 - x_2 + x_3 + 18x_4 = -29 \end{cases}</math></p> <p>3. <math display="block">\begin{cases} 3x_1 - 3x_2 + 7x_3 - 4x_4 = 0 \\ -6x_1 + 9x_2 - 21x_3 + 9x_4 = 9 \\ 9x_1 - 12x_2 + 30x_3 - 22x_4 = -2 \\ 6x_1 + 6x_3 - 31x_4 = 37 \end{cases}</math></p> <p>4. <math display="block">\begin{cases} 9 \cdot x_1 - 5 \cdot x_2 - 6 \cdot x_3 + 3 \cdot x_4 = -8 \\ x_1 - 7 \cdot x_2 + x_3 = 38 \\ 3 \cdot x_1 - 4 \cdot x_2 + 9 \cdot x_3 = 47 \\ 6 \cdot x_1 - x_2 + 9 \cdot x_3 + 8 \cdot x_4 = -8 \end{cases}</math></p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
		<p>5. <math display="block">\begin{cases} -6 \cdot x_1 - 5 \cdot x_2 - 3 \cdot x_3 - 8 \cdot x_4 = 101 \\ 5 \cdot x_1 - x_2 - 5 \cdot x_3 - 4 \cdot x_4 = 51 \\ -6 \cdot x_1 + 5 \cdot x_3 + 5 \cdot x_4 = -53 \\ -7 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + 8 \cdot x_3 + 5 \cdot x_4 = -63 \end{cases}</math></p> <p>I. Для заданных систем линейных алгебраических уравнений реализуйте метод поиска численного решения методами простой итерации и методом Зайделя. Разработайте приложение, которое для заданной точности <math>\varepsilon_n</math> найдет приближенное решение СЛАУ. Реализуйте метод расчета приближенного решения, который параметризуется точностью решения, методом вычисления и способом расчета нормы вектора. При демонстрации работы приложения для каждой системы выведите ее решение и число итераций для точности <math>\varepsilon_n = 10^{-n}</math>, где <math>n = 2, 3, 4, 5, 10, 12, 15</math>. Для вектора <math>X \in \mathbb{R}^n, n \in \mathbb{N}</math> в качестве норм используйте следующие:</p> $\ X\ _\infty = \max_{i=1, \dots, n}  x_i , \quad \ X\ _1 = \sum_{i=1}^n  x_i , \quad \ X\ _{2l} = \left( \sum_{i=1}^n x_i^{2l} \right)^{\frac{1}{2l}}.$ <p>1. <math display="block">\begin{cases} 12 \cdot x_1 - 3 \cdot x_2 - x_3 + 3 \cdot x_4 = -31 \\ 5 \cdot x_1 + 20 \cdot x_2 + 9 \cdot x_3 + x_4 = 90 \\ 6 \cdot x_1 - 3 \cdot x_2 - 21 \cdot x_3 - 7 \cdot x_4 = 119 \\ 8 \cdot x_1 - 7 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 - 27 \cdot x_4 = 71 \end{cases}</math></p> <p>2. <math display="block">\begin{cases} 28 \cdot x_1 + 9 \cdot x_2 - 3 \cdot x_3 - 7 \cdot x_4 = -159 \\ -5 \cdot x_1 + 21 \cdot x_2 - 5 \cdot x_3 - 3 \cdot x_4 = 63 \\ -8 \cdot x_1 + x_2 - 16 \cdot x_3 + 5 \cdot x_4 = -45 \\ -2 \cdot x_2 + 5 \cdot x_3 + 8 \cdot x_4 = 24 \end{cases}</math></p> <p>3. <math display="block">\begin{cases} 21 \cdot x_1 + x_2 - 8 \cdot x_3 + 4 \cdot x_4 = -119 \\ -9 \cdot x_1 - 23 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 + 4 \cdot x_4 = 79 \\ 7 \cdot x_1 - x_2 - 17 \cdot x_3 + 6 \cdot x_4 = -24 \\ 8 \cdot x_1 + 8 \cdot x_2 - 4 \cdot x_3 - 26 \cdot x_4 = -52 \end{cases}</math></p> <p>4. <math display="block">\begin{cases} 14 \cdot x_1 - 4 \cdot x_2 - 2 \cdot x_3 + 3 \cdot x_4 = 38 \\ -3 \cdot x_1 + 23 \cdot x_2 - 6 \cdot x_3 - 9 \cdot x_4 = -195 \\ -7 \cdot x_1 - 8 \cdot x_2 + 21 \cdot x_3 - 5 \cdot x_4 = -27 \\ -2 \cdot x_1 - 2 \cdot x_2 + 8 \cdot x_3 + 18 \cdot x_4 = 142 \end{cases}</math></p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	Формируемая компетенция
2	Посещение профориентационных мероприятий	№1. Участие в публичных профориентационных мероприятиях, проводимых на территории РГУ им. А.Н. Косыгина. №2. Участие в публичных профориентационных мероприятиях, проводимых вне территории РГУ им. А.Н. Косыгина.	
3	Участие (достижения) в профессиональных конкурсах	Участие или призовое место в хакатоне или ином соревновании с официальным участием РГУ им. А.Н. Косыгина	
4	Научная и/или практическая работа	Участие в научной конференции или ином научном мероприятии в качестве представителя РГУ им. А.Н. Косыгина	

### 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Тип контрольно-рейтингового мероприятия	Наименование КРМ	Критерии оценивания и правила начисления баллов за КРМ			Балл или диапазон баллов
		Контрольные сроки и шкала эрозии баллов	Правила начисления баллов	Начисление баллов после завершения аттестации	
Посещение профориентационных мероприятий	Участие в публичных мероприятиях, проводимых на территории РГУ им. А.Н. Косыгина	Нет	Приказ или Распоряжение о включении мероприятий в учебный процесс, наличие отметки о посещении мероприятия. Подтверждение от директора института о соответствии мероприятия профилю подготовки. Балл за КРМ определяется как отношение количества посещённых мероприятий к проведённым. Мероприятие засчитывается как посещённое при условии активной работы обучающегося на мероприятии: озвучивание вопросов, участие в дискуссиях, проявлении признаков сформированности соответствующих компетенций и т.п. КРМ может быть учтено по всем дисциплинам, использующим БРС.	Нет	1-5



Тип контрольно-рейтингового мероприятия	Наименование КРМ	Критерии оценивания и правила начисления баллов за КРМ			Балл или диапазон баллов
		Контрольные сроки и шкала эрозии баллов	Правила начисления баллов	Начисление баллов после завершения аттестации	
	Участие в публичных мероприятиях, проводимых вне территории РГУ им. А.Н. Косыгина	Нет	Приказ или Распоряжение об участии в мероприятии, наличие подтверждения посещения мероприятия. Подтверждение от директора института о соответствии мероприятия профилю подготовки. Балл за КРМ определяется как отношение количества посещенных мероприятий к проведенным. Мероприятие засчитывается как посещенное при условии активной работы обучающегося на мероприятии: озвучивание вопросов, участие в дискуссиях, проявлении признаков сформированности соответствующих компетенций и т.п. КРМ может быть учтено по всем дисциплинам, использующим БРС.	Нет	1-4
Участие (достижения) в профессиональных конкурсах	Участие или призовое место в хакатоне или ином соревновании с официальным участием РГУ им. А.Н. Косыгина	Нет	Приказ или Распоряжение об организации и/или участии в мероприятии. Документы, подтверждающие участие и результаты участия. Соответствие содержания дисциплины и мероприятия определяет реализующий дисциплину преподаватель. Баллы за мероприятия определяются реализующим дисциплину преподавателем на основании предоставленных документов. КРМ может быть учтено только в одной дисциплине, использующей БРС (по выбору студента).	Да	1-2
			Обучающийся проявил профессиональный подход к выполнению конкурсного задания, занял призовое место или его конкурсная работа выполнена на высоком профессиональном уровне без грубых ошибок.		0-1
			Обучающийся участвовал в конкурсе, выполнил конкурсное задание полностью и в срок. Однако его работа содержит ошибки, помарки или не соответствует тематике дисциплины.		
Научная и/или практическая работа	Участие в научной конференции или ином научном мероприятии в качестве представителя РГУ им. А.Н. Косыгина	Нет	Сертификат или иные документ, подтверждающие участие и результаты участия в научных конференциях или иных научных мероприятиях. Соответствие содержания дисциплины и прошедшего обучения определяет реализующий дисциплину преподаватель. Баллы за мероприятия определяются реализующим дисциплину преподавателем на основании предоставленных документов. КРМ может быть учтено только в одной дисциплине, использующей БРС (по выбору студента).	Да	3-4
			Обучающийся представил актуальную и оригинальную работу, соответствующую тематике дисциплины. Работа отмечена призовым местом, иным знаком отличия или представляет собой интерес в рамках ИТ-направления.		

Тип контрольно-рейтингового мероприятия	Наименование КРМ	Критерии оценивания и правила начисления баллов за КРМ			Балл или диапазон баллов
		Контрольные сроки и шкала эрозии баллов	Правила начисления баллов	Начисление баллов после завершения аттестации	
			Обучающийся представил формальную работу, не имеющей признаки научной работы. Работа содержит ошибки, признаки плагиата или не соответствует научной тематике по формальным признакам.		0-2
Выполнение учебных заданий	Лабораторные работы	Не позднее чем через 4 недели после выдачи задания. При нарушении срока сдачи менее чем на 1 неделю балл снижается на 30%, более чем на 1 неделю – на 50%. При выполнении всех работ в срок добавляется 1 балл	Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении, пройденных тем и применение их на практике.	Да	6-7
			Работа выполнена полностью, но применён неэффективный метод решения. Допущена одна ошибка или два-три недочёта.		4-5
			Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочётов.		2-3
			Допущены грубые ошибки. Работа выполнена не полностью		0-1
Итого:					0-70

### 5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: в устной форме по билетам	Билет №1. 1. Методы решения алгебраических уравнений. Понятие точного и приближенного метода. Теорема Больцано-Коши (о промежуточном значении). Метод дихотомии.

2. Семейство схем Рунге-Кутты решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Для решения уравнения  $x^3 - x = 0$  применяют метод Ньютона. При каком начальном приближении и к какому корню он сходится?

Билет №2.

1. Метод простой итерации. Теорема о сходимости метода простой итерации. Достаточное условие сходимости метода простой итерации.
2. Метод Эйлера решения задачи Коши. Понятие разностной схемы. Явная и неявная разностная схема. Понятие шаблона разностной схемы.
3. Постройте интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично.

$i$	0	1	2
$x_i$	-2	0	1
$y_i$	2	1	-1

Билет №3.

1. Метод Ньютона для нелинейных систем. Сходимость и скорость сходимости метода Ньютона.
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
3. Исследовать на сходимость итерационный процесс:

$$x_{n+1} = 1 + \frac{x_n}{4} + \frac{7}{3(x_n - 5)}$$

#### 5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Результат промежуточной аттестации определяется как соответствие суммы набранных рейтинговых баллов за контрольно-рейтинговые мероприятия текущей аттестации и контрольно-рейтинговых баллов, набранных за промежуточную аттестацию. Оценка по дисциплине выставляется в соответствии с Системой оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации, описанной в данном документе, а также в соответствии с Методикой использования балльно-рейтинговой системы при реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования Института информационных технологий и цифровой трансформации.

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Наименование оценочного средства		Полученные рейтинговые баллы
Экзамен: в устной форме по билетам	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, даёт полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;</li> <li>– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;</li> <li>– свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</li> </ul>	<i>21-30</i>
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> <li>– недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;</li> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> <li>– успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,</li> <li>– демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>	<i>11-20</i>
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;</li> </ul>	<i>6-10</i>

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Наименование оценочного средства		Полученные рейтинговые баллы
	<p>– справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы. Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.</p>	
	<p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не даёт верных ответов.</p>	0-5

5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
<b>Текущий контроль:</b>		
- Лабораторные работы	0-55 баллов	зачтено/не зачтено
- посещение профориентационных мероприятий	0-9 баллов	зачтено/не зачтено
- участие (достижения) в профессиональных конкурсах	0-3 балла	зачтено/не зачтено
- научная и/или практическая работа	0-3 балла	зачтено/не зачтено
<b>Промежуточная аттестация:</b>		
- устный экзамен по билетам	0-30 баллов	
<b>Итого за дисциплину:</b>		
- экзамен	0-100	отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

100-балльная система	Пятибалльная система (оценка по дисциплине)
	экзамен
85 – 100 баллов	отлично
70 – 84 баллов	хорошо
55 – 69 баллов	удовлетворительно
0 – 54 баллов	неудовлетворительно

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проведение интерактивных лекций;
- групповых дискуссий;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- дистанционные образовательные технологии;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

## 7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении лабораторных занятий.

## 8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учётом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учётом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачёте или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащённость учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
<b>119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1, строение 2</b>	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор; – проекционный экран.

<b>Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>	<b>Оснащённость учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.</b>
аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор; – проекционный экран; – персональные компьютеры для обучающихся.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащённость помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
<b>119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1, строение 3</b>	
читальный зал библиотеки	– компьютерная техника; – подключение к сети Интернет.



## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса (заполняется для изданий в электронном виде)	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Локтионов И. К., Мироненко Л. П., Турупалов В. В.	Численные методы	Учебник	М.: Инфра-Инженерия	2022	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=417212#collection">https://znanium.ru/catalog/document?id=417212#collection</a>	–
2	Шевченко А. С.	Численные методы	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2022	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=384029">https://znanium.ru/catalog/document?id=384029</a>	–
3	Пантелеев А. В., Кудрявцева И. А.	Численные методы. Практикум	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2023	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=427023">https://znanium.ru/catalog/document?id=427023</a>	–
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Горбачев М. В., Макаров М. С.	Вычислительная математика: численные методы решения задач тепломассообмена	Учебно-методическая литература	Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=397624">https://znanium.ru/catalog/document?id=397624</a>	–
2	Пантина И. В., Синчуков А. В.	Вычислительная математика	Учебник	Синергия ПРЕСС	2012	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=227728">https://znanium.ru/catalog/document?id=227728</a>	–
3	Кремень Е. В., Кремень Ю. А., Расолько Г. А.	Численные методы : практикум в MathCad	Учебное пособие	Высшая школа	2019	<a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=438895">https://znanium.ru/catalog/document?id=438895</a>	–

## 11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
4.	Образовательная платформа «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
5.	Электронные ресурсы «Polpred.com Обзор СМИ» <a href="https://www.polpred.com/">https://www.polpred.com/</a>
6.	Электронные ресурсы «Национальной электронной библиотеки» («НЭБ») <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX (включенная в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU) <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
2.	База данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature. Платформа Springer Link: <a href="https://rd.springer.com/">https://rd.springer.com/</a>
3.	Электронный ресурс Freedom Collection издательства Elsevier <a href="https://sciencedirect.com/">https://sciencedirect.com/</a>
4.	База данных научного цитирования Scopus издательства Elsevier <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
5.	База данных ORBIT IPBI (Platinum Edition) компании Questel SAS <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
6.	База данных Web of Science компании Clarivate Analytics <a href="https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search">https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search</a>
7.	База данных CSD-Enterprise компании The Cambridge Crystallographic Data Center <a href="https://www.ccdc.cam.ac.uk/">https://www.ccdc.cam.ac.uk/</a>
8.	Научная электронная библиотека «elibrary.ru» <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
9.	База данных издательства SpringerNature <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a> <a href="https://www.springerprotocols.com/">https://www.springerprotocols.com/</a> <a href="https://materials.springer.com/">https://materials.springer.com/</a> <a href="https://link.springer.com/search?facet-content-type=%ReferenceWork%22">https://link.springer.com/search?facet-content-type=%ReferenceWork%22</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019

6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры