

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Мичурин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Вычислительная математика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационные системы и технологии
Наименование направленности	Информационные технологии в дизайне
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Аннотация

Дисциплина «Вычислительная математика» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности «Информационные технологии в дизайне». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

ОПК-8 «Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами численных методов решения задач линейной алгебры, традиционных задач анализа (аппроксимация функций, численное дифференцирование и численное интегрирование) и дифференциальных уравнений, приемами формализации прикладных задач.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков для решения задач, использующих аппарат вычислительной математики. Дисциплина базируется на математических разделах, необходимых студентам при изучении общеинженерных и специальных дисциплин, при расчетах, связанных с выполнением курсовых и дипломных работ.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач УК-2.У.1 уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения УК-2.У.3 уметь выдвигать альтернативные варианты действий с целью выбора оптимальных способов решения задач, в том числе с помощью цифровых средств
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.У.1 уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.В.1 иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ОПК-8.3.1 знать методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования

		информационных и автоматизированных систем ОПК-8.У.1 уметь применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Основы программирования».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Государственная итоговая аттестация».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	27	27
Самостоятельная работа, всего (час)	30	30
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Прямые методы решения линейно-	3	2			3

алгебраических систем и обращения матриц.					
Раздел 2. Итерационные методы решения линейно-алгебраических систем	3	1			3
Раздел 3. Прямые методы решения проблемы собственных значений	3	2			3
Раздел 4. Частичная проблема собственных значений	3	1			2
Раздел 5. Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений	3	2			3
Раздел 6. Интерполирование и смежные вопросы. Приближение функций	3	1			3
Раздел 7. Приближенное вычисление интегралов	3	2			2
Раздел 8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	3	1			3
Раздел 9. Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений	3	2			2
Раздел 10. Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	3	1			3
Раздел 11. Численные методы решения интегральных уравнений	4	2			3
Итого в семестре:	34	17			30
Итого	34	17	0	0	30

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Прямые методы решения линейно-алгебраических систем и обращения матриц. Общая характеристика прямых методов. Схемы Гаусса. Схемы Жордана. Схема квадратных корней (схема Холецкого). Решение систем с ленточными матрицами. Методы решения линейных систем, основанные на применении элементарных ортогональных преобразований. Вычисление определителей. Обращение матриц. Пределы и нормы в линейной алгебре. Обусловленность систем алгебраических уравнений. Уточнение решения задачи по контрольным вычислениям. Решение систем с разреженными матрицами.
2	Итерационные методы решения линейно-алгебраических систем. Характеристика итерационных методов, принципы построения. Метод последовательных приближений. Методы типа Гаусса-Зейделя. Градиентные методы.
3	Прямые методы решения проблемы собственных значений. Постановка

	задачи и методов ее решения. Устойчивость проблемы собственных значений. Метод Гивенса. Метод Данилевского. Метод Лемурье и метод Фаддеева.
4	Частичная проблема собственных значений. Степенной метод и его модификации. Методы, основанные на максимизации отношения Релея. Уточнение изолированного собственного значения и вычисление соответствующего ему собственного вектора.
5	Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений. Метод Якоби. Уточнение собственных значений. Метод бисекции. Алгоритм LR. Алгоритм QR.
6	Интерполирование и смежные вопросы. Приближение функций Постановка задачи приближения функций. Конечные и разделенные разности и их свойства. Интерполирование по значениям функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Об остаточном члене интерполирования. Интерполирование по равноотстоящим узлам. Интерполирование с кратными узлами (интерполирование Эрмита). Обратное интерполирование. Интерполирование таблично заданной функции методом наименьших квадратов. Интерполирование функции двух переменных. Интерполяционные сплайны. Численное дифференцирование.
7	Приближенное вычисление интегралов. Постановка задачи приближенного вычисления определенных интегралов. Интерполяционные квадратурные формулы. Простейшие интерполяционные квадратурные формулы. Формула прямоугольников для вычисления интегралов от периодических функций. Квадратурная формула Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы типа Гаусса. Свойства квадратурных формул типа Гаусса. Частные случаи квадратурных формул типа Гаусса. Квадратурные формулы Чебышева. Квадратурные формулы Маркова. Интегрирование сильно осциллирующих функций. Вычисление несобственных интегралов. Способы повышения точности квадратурных формул. Квадратурные формулы Эйлера. Приближенное вычисление кратных интегралов. Метод Монте-Карло для вычисления интегралов большой кратности. Некоторые подходы к решению многомерных задач.
8	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы, основанные на разложении в ряд Тейлора. Метод Рунге-Кутты. Линейные многошаговые методы (методы типа Адамса). Построение начала таблицы. Методы Адамса для решения систем уравнений. Елочные и гибридные методы.
9	Краевые задачи для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. Способ сведения к задаче Коши. Метод прогонки. Метод сеток (метод конечных разностей). Вариационные методы решения краевых задач. Построение разностных схем на основе вариационных принципов.
10	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Постановка задачи решения дифференциальных уравнений в частных производных. Метод сеток. Аппроксимация дифференциальной задачи разностной. Счетная устойчивость разностных схем. Сходимость разностных

	схем. Решение сеточных уравнений. Метод прямых. Метод характеристик.
11	Численные методы решения интегральных уравнений. Метод замены интеграла конечной суммой. Метод замены ядра на вырожденное.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4					
1	Прямые методы решения линейно-алгебраических систем и обращения матриц	Решение задач. Расчетно-графическая работа	3		1
2	Итерационные методы решения линейно-алгебраических систем	Решение задач. Расчетно-графическая работа	3		2
3	Прямые методы решения проблемы собственных значений	Решение задач. Расчетно-графическая работа	3		3
4	Частичная проблема собственных значений	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		4
5	Итерационные методы решения полной проблемы собственных значений	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		5
6	Интерполирование и смежные вопросы. Приближение функций	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		6
7	Приближенное вычисление интегралов	Решение задач. Расчетно-графическая работа	2		7
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

Всего			
-------	--	--	--

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	6	6
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	8
Всего:	30	30

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
519.6 Б 93	Бутенина, Д. В. Вычислительная математика: учебное пособие / Д. В. Бутенина, А. В. Стрепетов. – СПб.: ГУАП, 2007 – 87 с	118
https://e.lanbook.com/book/210674	Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович,	ЭБС Лань

	И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с.	
https://e.lanbook.com/book/210437	Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400.	ЭБС Лань
https://e.lanbook.com/book/171859	Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 368 с.	ЭБС Лань
004.4 К 60	Колдаев, В. Д. Численные методы и программирование: учебное пособие / В. Д. Колдаев. – М.: ФОРУМ-ИНФРА – М, 2009 -288 с.	10
519.6/8 ПЗЗ	Пирумов, У. Г. Численные методы: учебное пособие / У. Г. Пирумов – М.: Дрофа, 2003 – 221с.	14

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://intuit.ru	Интуит (национальный открытый университет)
https://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
https://znanium.com/catalog/books	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012
https://lms.guap.ru	Система дистанционного обучения ГУАП
https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm	Международный научно-образовательный сайт EqWorld

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Windows 7 договор № 110-7 от 28.02.2019
2	MS Office 2016 Professional Plus Лицензия номер 68710015 Договор 809-3 от 04.07.2017

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория общего назначения	
2	Учебные классы общего назначения	

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Сформулируйте теорему о существовании и единственности алгебраического интерполяционного многочлена $P_n(x) = C_0 + C_1x + C_2x^2 + \dots + C_n x^n$. Приведите доказательство теоремы. Проиллюстрируйте теорему примером.	УК-2.3.1
2	Опишите геометрическую интерпретацию метода ортогонализации для решения систем линейных алгебраических уравнений.	УК-2.3.1
3	Выпишите формулу для вычисления определителя методом ортогонализации для решения систем линейных алгебраических уравнений.	ОПК-1.3.1
4	Выпишите матричные уравнения для метода ортогонализации для решения систем линейных алгебраических уравнений.	УК-2.3.1
5	Опишите метод ортогонализации для решения систем линейных	ОПК-8.У.1

	алгебраических уравнений в поэлементной форме.	
6	Сформулируйте теорему о разложении $A=U^t \cdot U$, где U – верхнетреугольная матрица с положительными диагональными элементами.	ОПК-8.3.1
7	Выпишите формулу для вычисления определителя положительно определенной матрицы методом квадратных корней.	УК-2.3.1
8	Выпишите матричные уравнения для метода квадратных корней решения систем с симметрической положительно определенной матрицей.	ОПК-8.3.1
9	Опишите метод квадратных корней решения систем с симметрической положительно определенной матрицей в поэлементной форме.	ОПК-8.У.1
10	Опишите схему вычисления обратной матрицы методом исключения Жордана.	ОПК-8.У.1
11	Выпишите формулу для вычисления определителя методом исключения Жордана.	УК-2.3.1
12	Опишите алгоритм исключения Жордана с полным выбором.	ОПК-8.У.1
13	Опишите алгоритм исключения Жордана с частичным выбором по столбцам.	ОПК-8.У.1
14	Выпишите матричную форму записи метода исключений Жордана.	УК-2.3.1
15	Опишите вычислительную схему метода исключений Жордана в поэлементной форме.	ОПК-8.У.1
16	Опишите схему вычисления обратной матрицы методом исключения Гаусса.	УК-2.3.1
17	Выпишите формулу для вычисления определителя матрицы методом исключения Гаусса.	УК-2.3.1
18	Опишите алгоритм исключения Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений с полным выбором.	УК-2.У.3
19	Опишите алгоритм исключения Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений с частичным выбором по столбцам.	УК-2.У.1
20	Выпишите матричную форму записи метода исключений Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений.	УК-2.3.1
21	Опишите основную схему метода Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений в поэлементной форме.	УК-2.3.1
22	Закончите фразу. Говорят, что задача поставлена корректно, если она разрешима при любых допустимых входных данных в случае, когда имеется ... Приведите пример некорректной задачи.	УК-2.3.1
23	Чему равно число обусловленности матрицы системы: $\begin{cases} 5x-3.31y=1.69 \\ 6x-3.97y=2.03 \end{cases}$ Как изменится решение этой системы при переходе к системе с той же матрицей и правой частью $(1.7; 2)^t$? Обоснуйте свой ответ.	УК-2.У.3
24	Назовите определение полной системы функций. Приведите примеры. Разложите функцию $f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0, \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$ по системе полиномов Лежандра в пространстве $L_2[-1,1]$.	УК-2.У.1
25	Определите число обусловленности матрицы	УК-2.3.1

	$\begin{pmatrix} \varepsilon & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \varepsilon & 0 & \dots & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \varepsilon \end{pmatrix}$																
26	Оценить погрешность приближения функции $f(x)=\sqrt{x}$ в точке $x=116$ с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа второй степени, построенного с узлами $x_0=100$, $x_1=121$, $x_2=144$.	УК-2.3.1															
27	Постройте интерполяционный многочлен Лагранжа по следующим данным: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>i</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>x_i</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>f_i</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>5</td> </tr> </table>	i	0	1	2	3	x_i	0	2	3	5	f_i	1	3	2	5	ОПК-1.У.1
i	0	1	2	3													
x_i	0	2	3	5													
f_i	1	3	2	5													
28	Найдите норму обратной матрицы $\begin{pmatrix} 1 & -a & a^2 \\ 0 & 1 & -a \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	ОПК-1.В.1															
29	Назовите определение полного функционального пространства и приведите пример.	УК-2.3.1															
30	Найти значение полинома Лежандра степени «n» в единице.	УК-2.У.1															
31	Выпишите три первых полинома Лежандра.	УК-2.3.1															
32	Напишите неравенство треугольника в функциональном пространстве $L_2([a,b], \rho(x))$, где $\rho(x)>0$ – весовая функция.	УК-2.3.1															
33	Напишите неравенство Коши-Буняковского в функциональном Евклидовом пространстве. Докажите это неравенство.	УК-2.3.1															
34	Какие примеры функциональных Евклидовых пространств Вы можете привести?	УК-2.3.1															
35	Аппроксимируйте функцию $f(x)=x$, заданную на отрезке $[-1,0]$ тригонометрическим многочленом с помощью метода наименьших квадратов. Выпишите $n=5$ первых членов разложения.	УК-2.У.3															
36	Назовите аксиомы нормы. Чему равна норма полинома Лежандра степени «n» в функциональном пространстве $L_2([-1,1])$? Обоснуйте свой ответ.	УК-2.3.1															
37	Назовите определение линейного функционального пространства. Приведите примеры.	УК-2.3.1															
38	Какие примеры функциональных метрических пространств Вы можете привести?	УК-2.3.1															
39	Назовите аксиомы расстояния. Чему равно расстояние от элемента 1 до многообразия Se^x в пространстве $L_2((-\infty, \infty), e^{-t})$, где $t=x^2/2$? Обоснуйте свой ответ.	УК-2.3.1															
40	Преобразуйте систему $\begin{cases} x_1+0.2x_2+0.15x_3=0.1 \\ -0.05x_1+x_2+0.05x_3=0.9 \\ -0.3x_1-0.1x_2+x_3=0.8 \end{cases}$ к виду, пригодному для применения итерационных методов, и решите методом простой итерации с погрешностью, не превосходящей 0.01.	ОПК-1.В.1															
41	Решите систему линейных уравнений $\begin{cases} x_1+4x_2+6x_3=16 \\ 2x_1+10x_2+18x_3=48 \\ 4x_2+24x_3+49x_4=131 \end{cases}$ методом Жордана.	ОПК-1.В.1															
42	Решите краевую задачу для трехточечного разностного уравнения	ОПК-8.У.1															

	<p>(или просто разностную краевую задачу), используя метод прогонки.</p> $\begin{cases} x_1+x_2=3 \\ -x_1+2x_2+x_3=6 \\ -x_2+3x_3+x_4=11 \\ -x_3+4x_4=13 \end{cases}$	
43	<p>Решите систему линейных уравнений $A \cdot x=b$ методом Краута и Дулитла (компактная схема, метод LU разложений).</p> $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & -2 \\ -3 & -2 & 4 \\ 1 & 2 & -2 \end{pmatrix}$ $b = \begin{pmatrix} -7 \\ 13 \\ -9 \end{pmatrix}$ <p>Оцените погрешность решения системы, если погрешность задания вектора b равна 0.01.</p>	УК-2.3.1
44	<p>Постройте квадратичный интерполяционный многочлен Лагранжа для функции $1/(e^x-1)$ на отрезке $[0.6;1]$. Найдите оценку погрешности интерполяции в заданной точке $x_0=0.8$ и на всем отрезке. В качестве узлов взять точки, отвечающие корням многочлена Чебышева.</p>	УК-2.У.3
45	<p>Найдите число обусловленности матрицы</p> $\begin{pmatrix} 5 & 8 & -2 \\ 3 & 4 & 1 \\ 2 & 8 & 2 \end{pmatrix}$	УК-2.3.1
46	<p>Решите систему линейных алгебраических уравнений методом Гаусса</p> $\begin{cases} x_1+x_2-2x_3=-7 \\ -3x_1-2x_2+4x_3=13 \\ x_1+2x_2-2x_3=-9 \end{cases}$	ОПК-8.У.1
47	<p>Аппроксимируйте функцию x, заданную на отрезке $[-1,1]$ алгебраическим многочленом степени $n=4$ с помощью метода наименьших квадратов. Используйте многочлены Лежандра. Определите величину среднеквадратичного отклонения построенного многочлена от функции x на заданном отрезке.</p>	УК-2.У.1
48	<p>Дана последовательность функций $1, x, x^2, x^3, \dots$. Постройте ортонормированную систему функций $e_1, e_2, e_3, e_4, \dots$, в пространстве $L_2([-1,1])$, используя теорему об ортогонализации.</p>	УК-2.3.1
49	<p>Раскройте статическую неопределимость многопролетной балки, решив систему уравнений с ленточной матрицей, используя компактную схему.</p> $\begin{cases} 6x_1+x_2=107000 \\ x_1+9.2x_2+3.6x_3=-139580 \\ 3.6x_2+9.2x_3+x_4=-139580 \\ x_3+9.2x_4+3.6x_5=-23300 \\ 3.6x_4+11.2x_5=-7200 \end{cases}$	УК-2.У.3
50	<p>Выпишите многочлен Лагранжа первой, второй и третьей степени для произвольных и равноотстоящих узлов. Сформулируйте теорему Лагранжа о существовании и единственности интерполяционного многочлена Лагранжа.</p>	УК-2.3.1
51	<p>Оцените максимальную погрешность интерполирования многочленом Лагранжа для равноотстоящих узлов.</p>	УК-2.3.1

52	Какое значение примет многочлен Лагранжа, если значение аргумента совпадает с одним из узловых значений?	УК-2.3.1
53	Сформулируйте теорему о существовании и единственности интерполяционного многочлена Ньютона.	УК-2.3.1
54	Составьте схему построения разделенных разностей.	УК-2.3.1
55	Выпишите оценку максимальной погрешности интерполирования многочленом Ньютона для равноотстоящих узлов.	УК-2.3.1
56	Дайте определение конечных и разделенных разностей. Выпишите соотношение, связывающее разделенные и конечные разности.	УК-2.3.1
57	Выпишите формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона и Гаусса приближенного интегрирования функций.	УК-2.3.1
58	Опишите алгоритм метода Ньютона, называемого также методом касательных, для решения нелинейных уравнений.	УК-2.3.1
59	Как связаны между собой метод итераций и метод Ньютона для решения нелинейных уравнений?	УК-2.У.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Раскройте скобки и упростите выражение $(x+5)(-2x+10)$ 1) $-2x^2+50$ 2) $2x^2-50$ 3) $2-x$	УК-2.3.1
2	Решите уравнение $x^2+2x-8=0$ 1) -4 2) 2 3) $-4; 2$	УК-2.3.1
3	Проинтегрируйте функцию e^{2x} на промежутке от 0 до 1 1) 3.565 2) 3.195 3) 3.825	УК-2.3.1
4	Найдите производную функции $y=2^{\sin 2x}$ 1) $2 \cdot 2^{\sin 2x} \cdot \cos 2x \cdot \ln 2$	УК-2.3.1

	<p>2) $2 \cdot 2^{\sin 2x} \cdot \sin 2x \cdot \ln 2$ 3) $2 \cdot 2^{\cos 2x} \cdot \sin 2x \cdot \ln 2$</p>	
5	<p>Решите систему уравнений</p> $\begin{cases} x_1 + x_2 + 2x_3 = -1, \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = -4, \\ 4x_1 + x_2 + 4x_3 = -2. \end{cases}$ <p>1) 1;2;3 2) 1;2;-2 3) -1;-2;2</p>	УК-2.3.1
6	<p>Закончите фразу. Приближенным числом «а» называют число, незначительно отличающееся от ...</p> <p>1) точного А 2) неточного А 3) среднего А 4) точного не известного А 5) приблизительного А</p>	УК-2.3.1
7	<p>Закончите фразу. «а» называется приближенным значением числа А по избытку, если ...</p> <p>1) $a < A$ 2) $a = A$ 3) $a \geq A$ 4) $a \leq A$ 5) $a > A$</p>	УК-2.3.1
8	<p>Определить предельную абсолютную погрешность числа $g=9.8$, заменяющего число $g=9.80665 \text{ м/с}^2$.</p> <p>1) 0.007 2) 0.006 3) 9.806 4) 0.7 5) 0.008</p>	УК-2.У.3
9	<p>Закончите фразу. Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи, – это ...</p> <p>1) погрешность задачи 2) погрешность метода 3) остаточная погрешность 4) погрешность действия 5) начальная</p>	УК-2.3.1
10	<p>Закончите фразу. Погрешность, связанная с наличием в математических формулах числовых параметров, называется ...</p> <p>1) конечной 2) абсолютной 3) начальной 4) относительной 5) остаточной</p>	УК-2.3.1
11	<p>Округлите число $\pi = 3.1415926535\dots$ до пяти значащих цифр:</p> <p>1) 3.1416 2) 3.1425 3) 3.142 4) 3.14 5) 0.1415</p>	УК-2.У.3
12	<p>Найти значение $\ln 3$ с точностью до 10^{-5}.</p> <p>1) 1.09861</p>	ОПК-8.3.1

	2) 1.01 3) 1.098132 4) 1.02 5) 1.3	
13	Назовите метод, с помощью которого число верных цифр примерно удваивается на каждом этапе по сравнению с первоначальным количеством: 1) формула Тейлора 2) формула Маклорена 3) метод Крамера 4) процесс Даломбера 5) процесс Герона	УК-2.3.1
14	Методом половинного деления уточните корень уравнения $x^4+2x^3-x-1=0$. 1) 0.234 2) 0.867 3) 0.2 4) 0.43 5) 0.861	ОПК-8.У.1
15	Найдите вещественные корни уравнения $x-\sin x=0.25$. 1) 1.23 2) 2.45 3) 4.8 4) 1.17 5) 5.63	УК-2.У.3
16	Закончите фразу. Метод, позволяющий получить корни системы с заданной точностью путем сходящихся бесконечных процессов, – это ... 1) итерационный метод 2) точный метод 3) приближенный метод 4) относительный метод 5) метод Зейделя	УК-2.3.1
17	Закончите фразу. Целый однородный полином второй степени от «n» переменных называется ... 1) кубической формой 2) прямоугольной формой 3) квадратичной формой 4) треугольной формой 5) матричной формой	ОПК-1.В.1
18	Простейшая форма этого метода заключается в том, что на каждом шаге обращают в нуль максимальную по модулю невязку путем изменения значения соответствующей компоненты приближения. 1) метод ослабления 2) итерационный метод 3) метод обратных матриц 4) ведущий метод 5) метод Гаусса	УК-2.3.1
19	Сформулируйте первую теорему Больцано-Коши. 1) Уравнение вида $\alpha_0x^n+\alpha_1x^{n-1}+\dots+\alpha_{n-1}x+\alpha_n=0$ имеет равно «n» корней, вещественных или комплексных, если корень кратности «k» считать за «k» корней. 2) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a;b]$, то она	УК-2.3.1

	<p>интегрируема на этом отрезке.</p> <p>3) Если функция $f(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a;b]$ и принимает на его концах значения разных знаков, то на $[a;b]$ содержится, по меньшей мере, один корень уравнения $f(x)=0$.</p> <p>4) Если функция $f(x)$ определена и дифференцируема на отрезке $[a;b]$, то она непрерывна на этом отрезке.</p> <p>5) Определитель $D= \alpha_{ij}$ n-го порядка равен сумме произведений элементов какой-либо строки (столбца) на их алгебраические дополнения.</p>													
20	<p>Напишите рекуррентную формулу метода простой итерации</p> <p>1) $x_{n+1}=B \cdot x_n + c$</p> <p>2) $x = \varphi$</p> <p>3) $x = c$</p> <p>4) $x_{n+1} = \psi(x_n) + \varphi(x_n)$</p> <p>5) $x_{n-1} = \psi(x_n) - \varphi(x_n)$</p>	ОПК-8.3.1												
21	<p>Как иначе называют метод Ньютона?</p> <p>1) Метод коллокации</p> <p>2) Метод прогонки</p> <p>3) Метод касательных</p> <p>4) Метод итераций</p> <p>5) Метод хорд</p>	УК-2.3.1												
22	<p>Что общего у метода хорд и метода итераций?</p> <p>1) Свойство самоисправляемости.</p> <p>2) Общая скорость и свойство самоисправляемости.</p> <p>3) Общая скорость.</p> <p>4) Легкость при решении.</p> <p>5) Требуется нахождение производной</p>	УК-2.3.1												
23	<p>Закончите фразу. Все методы вычисления интегралов делятся на ...</p> <p>1) Прямые и итеративные</p> <p>2) Прямые и косвенные</p> <p>3) Точные и приближенные</p> <p>4) Аналитические и графические</p> <p>5) Приближенные и систематические</p>	УК-2.3.1												
24	<p>Закончите фразу. Геометрическая нижняя сумма Дарбу равна</p> <p>1) Площади ступенчатого многоугольника, содержащегося в криволинейной трапеции.</p> <p>2) Площади ступенчатого многоугольника, содержащего внутри себя криволинейную трапецию.</p> <p>3) Площади прямоугольного параллелепипеда.</p> <p>4) Площади ступенчатого шестиугольника.</p> <p>5) Площади ступенчатого прямоугольника.</p>	УК-2.3.1												
25	<p>Для заданной таблицы значений определите степень алгебраического интерполяционного полинома</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>t_i</td> <td>-1</td> <td>3</td> <td>-1</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>x_i</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>-1</td> <td>4</td> </tr> </table> <p>1) $n=1$</p> <p>2) $n=0$</p> <p>3) $n=3$</p> <p>4) $n=4$</p>	t_i	-1	3	-1	0	2	x_i	2	2	0	-1	4	ОПК-1.3.1
t_i	-1	3	-1	0	2									
x_i	2	2	0	-1	4									
26	<p>Проинтегрируйте функцию x^3 на промежутке от 0 до 2 методом левых прямоугольников. Число отрезков $n=4$.</p> <p>1) $7/4$</p>	ОПК-1.У.1												

	2) 4/7 3) 3/7 4) 7/3																							
27	Найдите собственные числа матрицы $\begin{pmatrix} 5 & 8 & -2 \\ 1 & 4 & 1 \\ 2 & 8 & 2 \end{pmatrix}$ 1) (2;0;8) ^t 2) (4;2;0) ^t 3) (4;8;0) ^t 4) (8;4;0) ^t	ОПК-1.В.1																						
28	Закончите фразу. Методы вычислений, связанные с заменой бесконечных процессов конечной последовательностью действий, –это ... 1) аналитические методы 2) точные методы 3) точные аналитические методы 4) приближенные методы 5) численные методы	УК-2.3.1																						
29	Дана таблица значений коэффициента φ снижения допускаемых напряжений на сжатие, соответствующих гибкости λ стального стержня. <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>λ</td> <td>10</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>90</td> <td>110</td> <td>150</td> <td>170</td> <td>190</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>φ</td> <td>0.987</td> <td>0.931</td> <td>0.852</td> <td>0.754</td> <td>0.612</td> <td>0.478</td> <td>0.286</td> <td>0.218</td> <td>0.177</td> <td>0.147</td> </tr> </table> Для стального стержня с гибкостью λ=140 интерполяцией значений λ и φ найдите коэффициент φ снижения допускаемых напряжений на сжатие. 1) 0.54 2) 0.83 3) 0.62 4) 0.33 5) 0.16	λ	10	30	50	70	90	110	150	170	190	210	φ	0.987	0.931	0.852	0.754	0.612	0.478	0.286	0.218	0.177	0.147	УК-2.У.3
λ	10	30	50	70	90	110	150	170	190	210														
φ	0.987	0.931	0.852	0.754	0.612	0.478	0.286	0.218	0.177	0.147														
30	Закончите фразу. Величина, равная максимально возможному коэффициенту усиления относительной погрешности от правой части к решению системы линейных алгебраических уравнений A·x=b (det A≠0, b≠0), –это ... 1) норма матрицы A 2) определитель матрицы A 3) число обусловленности матрицы A 4) след матрицы A 5) ранг матрицы A	УК-2.3.1																						

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- формулировка темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов/вопросов;
- изложение вводной и основной частей лекции;
- краткие выводы по лекции, ответы на вопросы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Проведение семинаров не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Задание к выполнению практической работы выдается преподавателем в начале занятия в соответствии с планом занятий. Темы практических работ приведены в табл. 5 данной программы.

Выполнение практической работы состоит из трех этапов:

- аналитического;
- расчетно-графического;
- контрольного в виде защиты отчета.

Структура и форма отчета о практической работе

Отчет о практической работе должен содержать: титульный лист, основную часть, выводы по результатам исследований.

На титульном листе должны быть указаны: название дисциплины, название практической работы, фамилия и инициалы преподавателя, фамилия и инициалы студента, номер его учебной группы и дата защиты работы.

Основная часть должна содержать задание, результаты экспериментально-практической работы, расчетно-аналитические материалы, листинг кода/скрин экрана.

Выводы по проделанной работе должны содержать основные результаты по работе.

Требования к оформлению отчета о практической работе

Титульный лист отчета должен соответствовать шаблону, приведенному в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

Оформление основной части отчета должно быть оформлено в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Требования приведены в секторе нормативной документации ГУАП <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

При формировании списка источников студентам необходимо руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 7.0.100-2018. Примеры оформления списка источников приведены в секторе нормативной документации ГУАП. <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Проведение лабораторных работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом данной дисциплины.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий

уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль включает:

- контроль посещаемости и работы на практических занятиях;
- результаты выполнения студентами расчетно-графических работ.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18. Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В течение семестра студенту необходимо сдать не менее 50% практических работ, выполнить тестирования не ниже оценки "удовлетворительно".

В случае невыполнения вышеизложенного, студент, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена, не может получить аттестационную оценку выше "хорошо".

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой