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

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)
Д.В. Куртяник
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«16» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы и вариационное исчисление»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информатика и вычислительная техника
Наименование направленности/ специализации	Компьютерные технологии, системы и сети
Форма обучения	заочная
Год приема	2026

Санкт-Петербург – 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.	«16» февраля 2026 г	И.К. Фомина
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44
«16» февраля 2026 г, протокол № 5-25/26

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н.,проф.	«16» февраля 2026 г	М.Б. Сергеев
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц.,к.т.н.	«16» февраля 2026 г	А.А. Фоменкова
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Численные методы и вариационное исчисление» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности/специализации «Компьютерные технологии, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способен проектировать программное обеспечение»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами необходимых знаний и навыков в области численных методов, включающих оптимизацию вариационными методами, для решения практических задач по анализу и синтезу информационных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (4 семестр).

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 студентами необходимых знаний и навыков в области численных методов, включающих оптимизацию вариационными методами, как теоретического, так и прокладного характеров, для решения практических задач по анализу и синтезу информационных систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен проектировать программное обеспечение	ПК-4.З.2 знать методы и средства проектирования программного обеспечения ПК-4.У.1 уметь использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения ПК-4.В.1 владеть навыками проектирования структур данных, баз данных, программных интерфейсов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Математика. Математический анализ»,

– «Информатика»,

– «Основы программирования».

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

– «Моделирование»,

– «Управление виртуальным двойником».

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	4	4
Аудиторные занятия, всего час.	6	6

в том числе:		
лекции (Л), (час)	2	2
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	4	4
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	93	93
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.	Экз.

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)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Понятие погрешности Тема 1.1. Классификация погрешностей Тема 1.2. Абсолютная и относительная погрешности Тема 1.3. Действия с приближенными числами	0,25		0,5		10
Раздел 2. Приближение функций. Погрешность интерполяционного полинома Лагранжа	0,25		0,5		23
Раздел 3. Численное дифференцирование	0,25		1		15
Раздел 4. Численное интегрирование	0,5		0,5		10
Раздел 5. Численное решение уравнений	0,25		0,5		15
Раздел 6. Вариационное исчисление	0,5		1		20
Итого в семестре:	2		4		93
Итого	2	0	4	0	93

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	Раздел 1. Понятие погрешности Тема 1.1. Классификация погрешностей Тема 1.2. Абсолютная и относительная погрешности Тема 1.3. Действия с приближенными числами
2	Раздел 2. Приближение функций. Погрешность интерполяционного полинома Лагранжа
3	Раздел 3. Численное дифференцирование
4	Раздел 4. Численное интегрирование

	Тема 4.1. Формула Ньютона — Котеса Тема 4.2. Формула прямоугольников Тема 4.3. Формула трапеций Тема 4.4. Формула Симпсона
5	Раздел 5. Численное решение уравнений Тема 5.1. Метод итераций Тема 5.2. Метод Ньютона Тема 5.3. Метод секущих Тема 5.4. Метод хорд
6	Раздел 6. Вариационное исчисление Тема 6.1. Основные понятия Тема 6.2. Методы Ферма и Лагранжа

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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
Семестр 7				
1	Метод Дихотомии / Золотого сечения	0,25		1
2	Поиск абсолютной и относительной погрешности	0,25		1
3	Интерполяционный полином Лагранжа	0,5		2
4	Численное дифференцирование	0,25		3
5	Численное интегрирование. Формула Ньютона — Котеса	0,25		4
6	Численное интегрирование. Формула прямоугольников	0,25		4
7	Численное интегрирование. Формула трапеций	0,25		4
8	Численное интегрирование. Формула Симпсона	0,25		4
9	Численное решение уравнений. Метод итераций	0,25		5
10	Численное решение уравнений. Метод	0,25		5

	Ньютона			
11	Численное решение уравнений. Метод секущих	0,25		5
12	Численное решение уравнений. Метод хорд	0,25		5
13	Решение систем линейных уравнений методом простой итерации	0,25		5
14	Вариационное исчисление	0,5		6
	Всего	4		

4.5. Выполнение курсового проекта/ 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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	53	53
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	93	93

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

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)
https://znanium.ru/catalog/document?id=423921&from_similar=1 *Режим*	Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие / А. В. Зенков. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2016. - 124 с. -	

доступа: для авториз. пользователей.	ISBN 978-5-7996-1781-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1957509 (дата обращения: 15.05.2026).	
https://znanium.ru/ catalog/document? id=439525#bib *Режим доступа: для авториз. пользователей.*	Тарасенко, Е. О. Численные методы : учебник / Е. О. Тарасенко, А. А. Алиханов, А. В. Гладков. - Ставрополь : Изд-во СКФУ, 2022. - 261 с. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2133432 (дата обращения: 15.05.2026).	
https://znanium.ru/catalog/ document? id=427023#bib *Режим доступа: для авториз. пользователей.*	Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум : учебное пособие / А. В. Пантелеев, И. А. Кудрявцева. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 512 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-018445-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/2002583 (дата обращения: 15.05.2026). –	
Библиотека ГУАП	*Наименование электронного учебного издания*	
519.6/.8С 60	**Соловьева, Татьяна Николаевна** Численные методы локальной оптимизации: учебное пособие / Т. Н. Соловьева; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2025. - 44 с. - Библиогр.: с. 42 (16 назв.). - **ISBN** 978-5-8088-2032-6 : 171.02 р. - Текст : непосредственный.	3

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://visualstudio. microsoft.com/ru/	Visual Studio интегрированная среда разработки / договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po.
http://www.intuit.ru/catalog	Каталог образовательных курсов на сайте Интернет-университета информационных технологий
https://pro.guap.ru	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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
	Не предусмотрено

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	Большая Морская д.67 32-04
2	Компьютерный класс (не менее 15 мест)	Большая Морская д.67 52-09, 52-16

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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; 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	

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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	Основы теории численного моделирования	ПК-4.З.2
2	Классификация численных методов	ПК-4.З.2
3	Понятие погрешности модели, исходных данных, метода и округления. Неустранимая погрешность.	ПК-4.З.2
4	Абсолютная и относительная погрешности. Предельная абсолютная и предельная относительная погрешности.	ПК-4.У.1
5	Верные и значащие цифры приближённого числа. Связь верных цифр с предельной абсолютной погрешностью.	ПК-4.З.2
6	Интерполяция как способ приближения: определение	ПК-4.З.2

	интерполяционного полинома, узлы интерполяции.	
7	Постановка задачи аппроксимации (приближения) функций. Случаи табличного и аналитически сложного задания функции.	ПК-4.З.2
8	Интерполяционный полином Лагранжа: построение, коэффициенты Лагранжа, свойства.	ПК-4.З.2
9	Постановка задачи численного дифференцирования. Свойства формул численного дифференцирования: правило симметрии, точность в центральных и краевых узлах, влияние порядка производной на точность.	ПК-4.У.1
10	Постановка задачи численного интегрирования.	ПК-4.З.2
11	Коэффициенты Котеса для равноотстоящих узлов (таблица для $m = 1, \dots, 6$). Общий вид формулы Ньютона–Котеса.	ПК-4.З.2
12	Формула прямоугольников: геометрическая интерпретация, вывод, оценка погрешности $O(h)$.	ПК-4.У.1
13	Формула трапеций: геометрическая интерпретация, вывод, оценка погрешности $O(h^2)$.	ПК-4.У.1
14	Формула Симпсона (парабол): построение на сдвоенном элементарном отрезке, вывод, оценка погрешности $O(h^3)$.	ПК-4.У.1
15	Сравнение точности формул прямоугольников, трапеций и Симпсона на примере.	ПК-4.З.2
16	Постановка задачи отделения корней. Графический и аналитический способы отделения корней. Отрезок изоляции.	ПК-4.У.1
17	Метод половинного деления (дихотомии): алгоритм, критерий остановки, скорость сходимости (медленная). Недостатки метода.	ПК-4.З.2
18	Метод простой итерации для одного уравнения. Приведение уравнения к виду $x = \varphi(x)$. Условие сходимости $\lvert \varphi'(x) \rvert \leq q < 1$.	ПК-4.У.1
19	Метод Ньютона (касательных)	ПК-4.В.1
20	Метод секущих: приближение производной конечной разностью, порядок сходимости.	ПК-4.В.1
21	Метод хорд: ещё более грубое приближение производной, геометрическая интерпретация.	ПК-4.В.1
22	Матричная форма записи систем линейных уравнений.	ПК-4.В.1
23	Метод простой итерации для систем линейных уравнений.	ПК-4.З.2
24	Метод Зейделя как модификация метода простой итерации.	ПК-4.З.2
25	Постановка задачи решения системы нелинейных уравнений. Графическое отделение корней (для $n = 2$).	ПК-4.З.2
26	Метод простой итерации для нелинейных систем.	ПК-4.З.2
27	Постановка простейшей вариационной задачи. Функционал, экстремаль. Уравнение Эйлера–Лагранжа	ПК-4.З.2
28	Связь вариационного исчисления с численными методами	ПК-4.В.1
29	Верные и значащие цифры приближённого числа. Связь верных цифр с предельной абсолютной погрешностью.	ПК-4.З.2
30	Вариационное исчисление. Основные понятия.	ПК-4.З.2

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	*Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце (терминология), подберите соответствующую позицию в правом столбце (определение).* **№ Термин Определение** 1 Абсолютная погрешность — А) Отношение абсолютной погрешности к модулю приближённого числа 2 Относительная погрешность — Б) Модуль разности между точным и приближённым значениями величины 3 Предельная абсолютная погрешность — В) Величина, которую абсолютная погрешность заведомо не превосходит 4 Предельная относительная погрешность — Г) Отношение предельной абсолютной погрешности к модулю числа	ПК-4.З.2
2	*Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце (терминология), подберите соответствующую позицию в правом столбце (определение).* 1 a = 8.6 А) ≤ 0.01 2 b = 8.60 Б) ≤ 1 3 c = 3200 В) ≤ 0.1 4 d = $3.2 \cdot 10^3$ Г) ≤ 100	ПК-4.З.2
3	*Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце (терминология), подберите соответствующую позицию в правом столбце (определение).* **№ Формула Название** 1 $\int_a^b f(x)dx \approx h(y_0 + y_1 + \cdots + y_{n-1})$ — А) Формула Симпсона 2 $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3}[(y_0 + y_{2s}) + 2\sum y_{\text{чётн}} + 4\sum y_{\text{нечётн}}]$ — Б) Формула прямоугольников	ПК-4.З.2

	3 $\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{2}[y_0 + 2(y_1 + \cdots + y_{n-1}) + y_n]$ В) Формула Ньютона–Котеса (общая) 4 $\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=0}^{m} c_m^i f(x_i)$ Г) Формула трапеций	
4	*Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце (терминология), подберите соответствующую позицию в правом столбце (определение).* **Задание:** Установите соответствие между методом численного интегрирования и порядком его погрешности (по шагу h). **№ Метод** — **Порядок погрешности** 1 Формула прямоугольников — А) $O(h^3)$ 2 Формула трапеций — Б) $O(h)$ 3 Формула Симпсона — В) $O(h^2)$ 4 Формула Ньютона–Котеса (m=4) — Г) выше $O(h^3)$	ПК-4.З.2
5	*Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце (терминология), подберите соответствующую позицию в правом столбце (определение).* **Задание:** Установите соответствие между методом и его характеристикой. **№ Метод** — **Характеристика** 1 Дихотомия (половинного деления) — А) Требует вычисления производной, высокая скорость сходимости 2 Метод секущих — Б) Очень медленная сходимость, не требует дифференцируемости 3 Метод Ньютона (касательных) — В) Производная заменяется секущей, два начальных приближения	ПК-4.З.2
6	Что такое «устойчивость» численного метода? *Выберите один или несколько ответов:* a) Способность программы не зависать b) Малые изменения во входных данных приводят к малым изменениям в результате c) Метод не требует много памяти d) Метод работает только на одном типе компьютеров	ПК-4.З.2
7	Для чего используется метод итераций (последовательных приближений)? *Выберите один или несколько ответов:* a) Для точного решения квадратных уравнений b) Для постепенного уточнения решения, начиная с некоторого приближения c) Для построения графиков функций d) Для сортировки массивов данных	ПК-4.У.2
8	В каких случаях обычно прибегают к использованию численных методов? *Выберите один или несколько ответов:* a) Когда задача слишком простая b) Когда аналитическое решение найти невозможно, оно слишком громоздко или неизвестно	ПК-4.В.2

	c) Только при решении дифференциальных уравнений d) Когда решение нужно получить мгновенно в уме	
9	Что означает термин «аппроксимация» в контексте численных методов? *Выберите один или несколько ответов:* a) Увеличение точности вычислений b) Замена одного математического объекта другим, более простым, но близким по значению c) Нахождение точной производной функции d) Удаление лишних данных	ПК-4.В.2
10	Как называется величина, показывающая, насколько измеренное значение отличается от истинного (действительного) значения величины? *Выберите один или несколько ответов:* a) Относительная погрешность b) Абсолютная погрешность c) Норма вектора d) Поправка	ПК-4.В.2
11	Для чего нужна оценка погрешности? *Выберите один или несколько ответов:* a) Чтобы усложнить вычисления b) Чтобы гарантировать, что полученный результат отличается от истинного не более чем на заданную величину c) Чтобы проверить правильность написания программы d) Чтобы определить время счета	ПК-4.У.2
12	В каких единицах измерения выражается относительная погрешность? *Выберите один или несколько ответов:* a) В единицах измерения самой величины b) В процентах или безразмерных величинах c) Всегда только в процентах d) В квадратных единицах	ПК-4.У.2
13	В чем заключается основное условие интерполяции? *Выберите один или несколько ответов:* a) Аппроксимирующая функция должна быть полиномом как можно более низкой степени b) Сумма квадратов отклонений аппроксимирующей функции от исходной в узлах должна быть минимальна c) Значения интерполяционного полинома $P_n(x)$ и исходной функции $f(x)$ должны совпадать во всех узлах интерполяции x_i d) График полинома должен проходить как можно ближе к точкам, но не обязательно через них	ПК-4.У.2
14	Сколько существует интерполяционных полиномов степени n, проходящих через n+1) заданную точку с различными узлами? *Выберите один или несколько ответов:* a) Зависит от вида функции b) Не более одного, но может не существовать c) Бесконечно много d) Единственный	ПК-4.У.2
15	Что такое «узлы интерполяции»? *Выберите один или несколько ответов:*	ПК-4.В.2

	a) Коэффициенты интерполяционного полинома. b) Точки (xi, yi), через которые должна проходить интерполирующая функция. c) Точки экстремума функции. d) Корни аппроксимирующей функции.	
16	Что является основной причиной возникновения погрешности при численном дифференцировании? *Выберите один или несколько ответов:* a) Неточность выполнения арифметических операций компьютером. b) Замена производной функции её конечно-разностной аппроксимацией.** c) Неверный выбор шага дифференцирования. d) Сложность исходной функции.	ПК-4.В.2
17	Какой из перечисленных факторов НЕ влияет на величину погрешности численного дифференцирования? *Выберите один или несколько ответов:* a) Величина шага h. b) Гладкость (дифференцируемость) функции. c) Порядок точности используемой формулы. d) Цвет графика функции.	ПК-4.В.2
18	В каких случаях прибегают к численному интегрированию? *Выберите один или несколько ответов:* a) Когда подынтегральная функция является многочленом степени не выше 2. b) Когда первообразная не выражается через элементарные функции, или функция задана таблично. c) Только когда интеграл является несобственным. d) Когда интеграл табличный.	ПК-4.У.2
19	В чем заключается геометрический смысл методов численного интегрирования? *Выберите один или несколько ответов:* a) В нахождении касательной к кривой. b) В вычислении площади под кривой (площади криволинейной трапеции). c) В нахождении длины дуги кривой. d) В определении точек экстремума функции.	ПК-4.У.2
20	Какая формула лежит в основе метода трапеций? *Выберите один или несколько ответов:* a) Площадь прямоугольника. b) Площадь трапеции. c) Площадь круга. d) Объем тела вращения.	ПК-4.В.2
21	Какой метод численного интегрирования является более точным при одном и том же количестве разбиений отрезка? *Выберите один или несколько ответов:* a) Метод левых прямоугольников b) Метод правых прямоугольников c) Метод трапеций d) Метод Симпсона (парабол)	ПК-4.В.2
22	Какое условие обязательно должно выполняться для применения составной формулы Симпсона (стандартного вида)? *Выберите один или несколько ответов:*	ПК-4.В.2

	a) Функция должна быть четной. b) Количество отрезков разбиения n должно быть четным. c) Функция должна быть тригонометрической. d) Отрезок интегрирования должен быть симметричным относительно нуля.	
23	Какую квадратурную формулу называют формулой Ньютона-Котеса? *Выберите один или несколько ответов:* a) Только формулу Симпсона. b) Только формулу прямоугольников. c) Обобщенное название формул, основанных на интерполяции подынтегральной функции полиномом по равноотстоящим узлам. d) Формулу для вычисления несобственных интегралов.	ПК-4.В.2
24	Что представляют собой квадратурные формулы Ньютона-Котеса? *Выберите один или несколько ответов:* a) Формулы для численного решения дифференциальных уравнений. b) Формулы численного интегрирования, в которых подынтегральная функция заменяется интерполяционным полиномом по равноотстоящим узлам. c) Формулы для экстраполяции функций. d) Формулы для вычисления производных высших порядков.	ПК-4.В.2
25	Какая из перечисленных формул является частным случаем формул Ньютона-Котеса при n=2 (три узла)? *Выберите один или несколько ответов:* a) Метод левых прямоугольников b) Метод правых прямоугольников c) Метод Симпсона (парабол) d) Метод трапеций	ПК-4.В.2

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Погрешности и действия с приближёнными числами. 1. Определить, какое из двух приближённых равенств точнее (вычислить предельные относительные погрешности). 2. Округлить сомнительные цифры числа, оставив только верные знаки. Указать абсолютную погрешность результата. 3. Найти предельные абсолютную и относительную погрешности числа, все цифры которого по умолчанию верные. 4. Выполнить сложение (или умножение) нескольких приближённых чисел по правилам действий с приближёнными числами.
2	Интерполяция функций. Полином Лагранжа 1. По заданной таблице значений функции в 3–4 узлах построить полином Лагранжа. 2. Вычислить значение полинома в точке, не совпадающей с узлами. 3. Оценить погрешность интерполяции в этой точке (если дана оценка производной). 4. Построить график полинома Лагранжа и исходной функции (на отрезке между крайними узлами).
3	Численное дифференцирование 1. По таблице значений функции в 3 или 4 равноотстоящих узлах вычислить

	приближённые значения первой и (или) второй производной в заданных узлах. 2. Пользуясь правилом симметрии, восстановить недостающую формулу. 3. Указать, в каком узле погрешность будет минимальной (центральный узел) и почему.
4	Численное интегрирование 1. Вычислить интеграл аналитически (по формуле Ньютона–Лейбница). 2. Вычислить тот же интеграл приближённо методами прямоугольников, трапеций, Симпсона (с заданным (n). 3. Вычислить интеграл по формуле Ньютона–Котеса для (m=3) или (m=4). 4. Сравнить полученные результаты, указать число верных десятичных знаков.
5	Численное решение уравнений (скалярный случай) 1. Отделить корни уравнения графически (или аналитически). 2. Привести уравнение к виду, удобному для итераций, проверить условие сходимости. 3. Выполнить 2–3 итерации методом Ньютона или методом итераций. 4. Оценить погрешность после заданного числа итераций.
6	Решение систем нелинейных уравнений 1. Графически отделить корни системы (построить кривые). 2. Привести систему к итерационному виду. 3. Проверить условие сходимости (оценить норму матрицы Якоби в окрестности корня). 4. Выполнить 2–3 итерации методом простой итерации или Зейделя.

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

(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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 (https://lms.guap.ru/course/view.php?id=2130):

– Понятие погрешности, абсолютная и относительная погрешности;
– Приближение функций. Погрешность интерполяционного полинома Лагранжа;
– Численное дифференцирование;
– Численное интегрирование;
– Численное интегрирование;
– Вариационное исчисление.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(учебным планом не предусмотрено)*

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

– приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

– закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

– получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ https://lms.guap.ru/course/view.php?id=2130

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ https://lms.guap.ru/course/view.php?id=2130

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Находятся на *http://guap.ru/guap/standart/ob1_main.shtml*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы *(учебным планом не предусмотрено)*

11.5. 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 обучающихсяявляются:

– учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Осуществляется в виде подготовки https://lms.guap.ru/course/view.php?id=2130

11.6. 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.

Осуществляется в виде тестирования https://lms.guap.ru/course/view.php?id=2130.

11.7. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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