

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., проф. _____

(должность, уч. степень, звание)

А.В. Копыльцов _____

(инициалы, фамилия)



(подпись)

24 июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	03.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладные математика и физика
Наименование направленности	Прикладная физика опто- и нанотехнологий
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.ф.-м.н., доц
(должность, уч. степень, звание)

10.06.2021

В.И. Устинов
(подпись, дата)

В.И. Устинов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«23» 06 2021 г, протокол № 13/20-21

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н., проф.
(уч. степень, звание)

23.06.2021

В.Г. Фарафонов
(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 03.03.01(01)

доц., к.ф.-м.н.
(должность, уч. степень, звание)

23.06.2021

Ю.А. Новикова
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

23.06.2021

М.С. Смирнова
(подпись, дата)

М.С. Смирнова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Численные методы» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 03.03.01 «Прикладная математика и физика» направленности «Прикладная физика опто- и нанотехнологий». 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 фундаментальные знания, полученные в области физико- математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности»

ОПК-2 «Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности»

ОПК-4 «Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с охватывает круг вопросов, связанных с основами численных методов решения задач линейной алгебры 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 5 зачетных единиц, 180 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 в области численных методов, создание поддерживающей образовательной среды преподавания математической культуры, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области решения задач.

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.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 УК-2.В.2 владеть навыками выбора оптимального способа решения задач с учетом имеющихся условий, ресурсов и ограничений
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы ОПК-1.У.1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.В.1 владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач	ОПК-2.3.1 знать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности ОПК-2.У.1 уметь применять современные информационные

	профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности ОПК-2.В.1 владеть навыками работы с современными информационными технологиями и программными средствами при решении задач профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.3.1 знать современные способы сбора и обработки научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач ОПК-4.У.1 уметь собирать и обрабатывать научно-техническую информацию для решения фундаментальных задач ОПК-4.В.1 владеть навыками обработки научно-технической и технологической информации для решения прикладных задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Дискретная математика»,
- «Математика. Математический анализ»

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

- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Уравнение математической физики»

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
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		

экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа , всего (час)	58	58
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 3					
Раздел 1 Введение в численные методы	5	5			10
Раздел 2 Численные методы линейной алгебры	7	7			10
Раздел 3 Численное решение нелинейных уравнений и систем	7	7			10
Раздел 4 Численные методы приближения функций	8	8			16
Раздел 5 Численное интегрирование	7	7			12
Итого в семестре:	34	34			58
Итого	34	34	0	0	58

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.	Теоретические основы численных методов Абсолютная и относительная погрешности. Устойчивость алгоритмов. Сложность алгоритмов по времени и по памяти.
2.	Численные методы линейной алгебры Итерационные методы решения линейных систем. Методы Якоби и Зейделя. Условия сходимости итерационных процессов решения линейных систем. Априорная и апостериорная оценки погрешности итерационных процессов. Алгебраическая проблема собственных значений Частичная проблема собственных значений. Итерационные способы определения наибольшего по абсолютной величине собственного числа матрицы. Определение наибольшего и наименьшего собственных чисел. Метод акад. Крылова определения отдельных собственных чисел.
3.	Численное решение нелинейных уравнений Метод отделения корней. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Метод

4	<p>Численные методы приближения функций Линейные пространства. Аксиомы расстояния. Метрические пространства. Норма элемента. Сходимость элементов метрического пространства. Линейные полные нормированные пространства. Скалярное произведение в функциональном пространстве. Гильбертово пространство. Ортогональные функции. Линейно-независимая система функций. Аппроксимация функций Среднеквадратичное интегральное приближение. Приближение ортогональными многочленами. Преобразование Фурье как наилучшее среднеквадратичное приближение. Среднеквадратичное дискретное приближение. Равномерные приближения Интерполяция функций Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Анализ погрешности интерполяции. Интерполяционная схема Эйткена. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Сплайны. Параболические сплайны. Кубические сплайны.</p>
5	<p>Численное интегрирование Простейшие квадратурные формулы. Составные квадратурные формулы. Оценка погрешности численного интегрирования. Правило Рунге. Численное интегрирование функций двух переменных. Численное интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений Методы Эйлера. Оценка погрешности метода, глобальная и локальная погрешности. Методы Рунге-Кутты и Адамса. Сравнение численных методов, анализ устойчивости сходимости .</p>

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 3					
	Изучение встроенных функций Mathcad	Расчетно-графическая работа	2		1
	Решение системы линейных уравнений методом итераций	Расчетно-графическая работа	3		1
	Решение системы линейных уравнений методом Зейделя	Расчетно-графическая работа	3		2
	Нахождение первого собственного числа методом итераций	Расчетно-графическая работа	4		2
	Изучение операторов MATLAB	Расчетно-графическая работа	3		3
	Численное решение нелинейных уравнений методом Ньютона	Расчетно-графическая работа	4		3

	Построение интерполяционного форме Лагранжа	Расчетно-графическая работа	4		4
	Итерационные способы определения собственных чисел матрицы	Расчетно-графическая работа	4		4
	Оценка погрешности численного интегрирования	Расчетно-графическая работа	4		5
	Сравнение численных методов, устойчивости сходимости	Расчетно-графическая работа	3		5
Всего			34		

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				

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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	20
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	18
Всего:	58	58

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.

7.

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 / Бутенина Д.В., Стрепетов А . В.-СПб.:ГУАП , 2007 – 87с	118
004.4 К 60	Колдаев В.Д. Численные методы и программирование: учебное пособие /Колдаев В .Д.- М.: ФОРУМ-ИНФРА- М , 2009 – 288 с.	10
519.6/8 П33	Пирумов У. Г. Численные методы: учебное пособие /Пирумов У. Г. –М. : Дрофа , 2003 – 221 с.	14
urait.ru/bcode/510769	Численные методы: учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 421 с.	
e.lanbook.com/book/215762	Слабнов, В. Д. Численные методы: учебник для вузов / В. Д. Слабнов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 392 с.	
e.lanbook.com/book/200381	Язев, В. А. Численные методы в Mathcad: учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 116 с.	

8. 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://openedu.ru/course/spbstu/NUMMETH	Методы вычислительной математики
https://teach-in.ru/course/numerical-methods-lukyanenko	Численные методы
https://teach-in.ru/course/numerical-methods-part-1	Численные методы. Часть 1

9. 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, MS Visio, MS Project - № 5024789156 от 12.18.2017 Номер подписки Microsoft Imagine Premium: 1203679029Microsoft Office - № 809-3 от 04.07.17. Номер лицензии Microsoft Office: 68710015Wolfram Mathematica 11.2(договор № IT000267400 от 28.08.2017)

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	

10. 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	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования.	ул. Гастелло, д. 15, аудитория №12-03
2	Учебная аудитория для практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 14 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет), Телевизор LED SAMSUNG UE75TU7100UXRU Ultra HD 4K.	ул. Гастелло, д. 15, аудитория №24-12

11. 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.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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.

10.2. 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	Укажите триаду математического моделирования, которой обычно описывается объект исследования в схеме вычислительного эксперимента	ОПК-1.3.1
2	Приведите примеры не менее трех пакетов прикладных программ, используемых для решения вычислительных задач.	ОПК-2.3.1

3	Всегда ли возможно проводить вычисления на компьютере с произвольной точностью? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-2.3.1
4	Сколько корней имеет алгебраическое уравнение n -ой степени с любыми числовыми коэффициентами?	ОПК-4.У.1
5	Приведите синоним слова «метрика», используемый в вычислительной математике.	ОПК-1.3.1
6	Метрика – это отображение в множество вещественных чисел. Как это множество можно охарактеризовать?	ОПК-1.3.1
7	Приведите не менее двух способов введения метрики на пространстве R^2 .	УК-2.У.3
8	Верно ли, что в метрическом пространстве любая сходящаяся последовательность является фундаментальной?	ОПК-1.3.1
9	Как называется метрическое пространство, в котором любая сходящаяся в себе последовательность элементов пространства является сходящейся?	ОПК-1.3.1
10	Перечислите способы представления дроби $1/5$ в вещественном виде на языке C++.	ОПК-2.У.1
11	Как называется метрическое пространство, в котором любая последовательность Коши элементов пространства является сходящейся?	ОПК-1.3.1
12	При каком условии элемент x называется неподвижной точкой оператора P ?	ОПК-1.У.1
13	Какая оценка погрешности служит для принятия решения о прекращении вычислений, когда необходимая точность приближенного решения уравнения достигнута?	ОПК-2.3.1
14	Сколько корней есть у непрерывной функции, заданной на некотором отрезке, если на концах этого отрезка она принимает значения разных знаков?	ОПК-1.У.1
15	Пусть некоторая функция задана на отрезке вещественной оси, причем на концах этого отрезка она принимает значения разных знаков. Каким свойством должна обладать функция для того, чтобы иметь только один корень на этом отрезке?	УК-2.У.1
16	Пусть некоторая функция задана на отрезке вещественной оси, причем на концах этого отрезка она принимает значения разных знаков. Каким свойством должна обладать функция для того, чтобы иметь хотя бы один корень на этом отрезке?	УК-2.У.1

17	Пусть функция $Y = F(X)$ задана достаточно большой таблицей точек $Y_i = F(X_i)$ с шагом $H = 1$. Напишите разностную формулу поиска производной функции Y в некоторой точке X_n (из центра таблицы), которая носит название «левой разностной производной»?	ОПК-4.В.1
18	Пусть функция $Y = F(X)$ задана достаточно большой таблицей точек $Y_i = F(X_i)$ с шагом $H = 1$. Напишите разностную формулу поиска производной функции Y в некоторой точке X_n (из центра таблицы), которая носит название «правой разностной производной»?	ОПК-4.В.1
19	Пусть функция $Y = F(X)$ задана достаточно большой таблицей точек $Y_i = F(X_i)$ с шагом $H = 1$. Напишите разностную формулу поиска производной функции Y в некоторой точке X_n (из центра таблицы), которая носит название «центральной разностной производной»?	ОПК-4.В.1
20	Как называется формула, приближенно заменяющая интеграл суммой?	ОПК-4.З.1
21	Выберете более точную квадратурную формулу из всех формул прямоугольников. Обоснуйте свой выбор.	ОПК-1.В.1
22	Выберете более точную квадратурную формулу: формула центральных прямоугольников или формула трапеций? Обоснуйте свой выбор.	УК-2.У.3 ОПК-1.В.1
23	Дайте определение банахова пространства.	ОПК-1.З.1
24	Пусть переменные x, y и z имеют тип <code>double</code> на языке C++. Запишите выражение «если переменные x и y совпадают, то в переменную z положить их сумму».	ОПК-2.У.1
25	Как называется число $\max \ Ax\ / \ x\ $, где максимум берется по всем $\ x\ \neq 0$?	ОПК-4.У.1
26	Как называется число $\max \ Ax\ / \ x\ $, где максимум берется по всем $x \neq 0$?	ОПК-4.У.1
27	Как называется число $\max \ Ax\ $, где максимум берется по всем $\ x\ = 1$?	ОПК-4.У.1
28	Какая величина называется числом обусловленности матрицы A ?	ОПК-4.З.1
29	Какой из прямых методов решения СЛАУ с матрицей, имеющей на диагонали близкие к нулю элементы, предпочтительнее? Дайте обоснование.	УК-2.В.2

30	Каким условиям должна удовлетворять задача, чтобы она являлась корректной по Адамару?	ОПК-4.У.1
31	Укажите наиболее широкий класс квадратных матриц, для которых существует LU -разложение.	УК-2.У.1
32	Какие две матрицы являются результатом LU -разложения некоторой заданной матрицы?	УК-2.У.1
33	Какая оценка погрешности может быть вычислена до того, как может быть построено приближенное решение уравнения?	ОПК-1.3.1
34	Выберете какие условия нужно наложить на число n , чтобы решение алгебраического уравнения n -ой степени с любыми числовыми коэффициентами могло быть найдено аналитически (в виде радикальной формулы). Обоснуйте свой выбор.	УК-2.У.3
35	Выберете какие условия нужно наложить на число n , чтобы решение алгебраического уравнения n -ой степени с любыми числовыми коэффициентами не могло быть найдено аналитически (в виде радикальной формулы). Обоснуйте свой выбор.	УК-2.У.3
36	Верно ли, что в пространстве R^n для любой введенной метрики шары с центром в точке x и радиусом r совпадают? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-1.В.1
37.	Верно ли, что в пространстве R^n для любой введенной метрики замкнутые шары с центром в точке x и радиусом r совпадают? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-1.В.1
38	Верно ли, что в пространстве R^n для любой введенной метрики сферы с центром в точке x и радиусом r совпадают? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-1.В.1
39	Для каких матриц целесообразно использовать метод прогонки?	ОПК-4.В.1
40	Какие методы используются для построения приближения к функции, проходящего через заданные значения функции?	ОПК-4.У.1
41	Какие методы используются для построения приближения к функции, проходящего вблизи заданных значений функции?	ОПК-4.У.1
42	Методом Герона поиска квадратного корня называется итерационный процесс, задаваемый формулой ...	ОПК-4.3.1
43	В методе последовательных приближений для функции φ и итерационной последовательности x_n итерация x_{n+1} задается формулой ...	УК-2.У.1

44	Охарактеризуйте метод релаксаций как один из численных методов поиска корня некоторой функции.	ОПК-4.3.1
45	Охарактеризуйте метод Ньютона как один из численных методов поиска корня некоторой функции.	ОПК-4.3.1
46	Напишите формулу, которая задает итерационный процесс нахождения корня функции f методом Ньютона.	УК-2.У.1
47	Охарактеризуйте модифицированный метод Ньютона как один из численных методов поиска корня некоторой функции.	ОПК-4.3.1
48.	Чему равна абсолютная погрешность числа x , если x – истинное значение числа, а x^* – приближенное значение числа?	ОПК-4.У.1
49	Как называется значение $x - x^*$, если x – истинное значение числа, а x^* – приближенное значение числа?	ОПК-4.У.1
50	Как называется значение $(x - x^*) / x^*$, если x – истинное значение числа, а x^* – приближенное значение числа?	ОПК-4.У.1
51	Пусть переменные x, y и z имеют тип <code>double</code> на языке C++. Соответствует ли код « <code>if (x == y) z = x + y;</code> » выражению «если переменные x и y совпадают, то в переменную z положить их сумму»? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-2.У.1
52	Пусть переменные x, y и z имеют тип <code>int</code> на языке C++. Соответствует ли код « <code>if (x == y) z = x + y;</code> » выражению «если переменные x и y совпадают, то в переменную z положить их сумму»? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-2.У.1
53	На языке C++ записан код <code>double a = 1/3, b = 2/3;</code> <code>bool min = a < b ? 1 : 0;</code> <code>cout << min;</code> Что будет выведено на экран? Обоснуйте свой ответ.	ОПК-2.У.1
54	Вы используете персональный компьютер с языком программирования C++. Укажите алгоритм действий (листинг) для сравнения двух вещественных переменных x и y , инициализированных константами a и b , заданными ранее в программе. Если переменные равны, то на экран выведете сообщение «Equal». Необходимая точность вычислений 10^{-3} .	ОПК-2.В.1
55	Вы используете персональный компьютер с языком программирования C++. Укажите алгоритм действий (листинг) для сравнения двух целых переменных x и y , инициализированных константами a и b , заданными ранее в программе. Если переменные равны, то на экран выведете сообщение «Equal».	ОПК-2.В.1

	Необходимая точность вычислений 10^{-3} .	
56	Перечислите не менее двух систем символьных вычислений, которые Вам известны.	ОПК-2.3.1
57	Выберете фрагмент кода на языке C++ (листинг 1 или листинг 2), который будет успешно откомпилирован. Объясните свой выбор. Листинг 1: <pre>int x = 0; if (x != 0 && 1 / x > 0) cout << "Inside";</pre> Листинг 2: <pre>int x = 0; if (1 / x > 0 && x != 0) cout << "Inside";</pre>	ОПК-2.В.1

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	Пусть на языке C++ вещественная переменная x инициализирована как <code>double x = 1/3</code> ; Выберите значение, которое будет выведено на экран после выполнения команды <code>cout << x</code> ; 1) 1/3 2) 0.333333 3) 0 4) 1/5	ОПК-2.3.1
2	Вычисления на компьютере ведутся 1) С ограниченным числом десятичных знаков 2) С неограниченным числом десятичных знаков	ОПК-2.3.1

	<p>3) С произвольной точностью</p> <p>4) С неточностями округления</p>	
3	<p>Любое алгебраическое уравнение n-ой степени с любыми числовыми коэффициентами имеет</p> <p>1) n различных вещественных корней</p> <p>2) n различных комплексных корней</p> <p>3) n различных корней</p> <p>4) n корней, среди которых могут быть одинаковые корни</p>	ОПК-4.3.1
4	<p>Метрика – это отображение в множество вещественных чисел, которое</p> <p>1) $\neq 0$</p> <p>2) ≥ 0</p> <p>3) < 0</p> <p>4) $= 0$</p>	ОПК-4.3.1
5	<p>Продолжите предложение: на произвольном множестве метрика...</p> <p>1) Вводится единственным образом</p> <p>2) Может быть введена разными способами</p> <p>3) Вводится не может, т.к. она определяется только на конечных множествах</p> <p>4) Вводится не может, т.к. она определяется только на бесконечных множествах</p>	ОПК-2.3.1
6	<p>Выберете верное утверждение: в метрическом пространстве...</p> <p>1) Любая сходящаяся последовательность является фундаментальной</p> <p>2) Любая фундаментальная последовательность сходится</p> <p>3) Верны оба утверждения</p> <p>4) Верных утверждений нет</p>	ОПК-4.3.1
7	<p>Выберите определения полного метрического пространства.</p> <p>1) Любая сходящаяся в себе последовательность элементов пространства является сходящейся</p> <p>2) Любая фундаментальная последовательность элементов пространства является сходящейся</p> <p>3) Любая последовательность Коши элементов пространства является сходящейся;</p> <p>4) Все утверждения верны</p>	ОПК-2.3.1
8	<p>Элемент x называется неподвижной точкой оператора P, если</p> <p>1) $x \neq P(x)$</p> <p>2) $x = P(x)$</p>	ОПК-1.У.1

	<p>3) $x \neq P^{-1}(x)$ 4) $x^{-1} \neq P(x)$</p>	
9	<p>Вставьте пропущенное слово: ... оценка погрешности служит для принятия решения о прекращении вычислений, когда необходимая точность приближенного решения уравнения достигнута.</p> <p>1) Допустимая 2) Апостериорная 3) Математическая 4) Физическая</p>	ОПК-2.3.1
10	<p>Если непрерывная функция на концах некоторого отрезка принимает значения разных знаков, то</p> <p>1) На этом отрезке у функции нет корней 2) На этом отрезке у функции есть единственный корень 3) На этом отрезке у функции должен быть хотя бы один корень 4) На этом отрезке у функции есть несколько корней</p>	ОПК-1.3.1
11	<p>Пусть функция $y = f(x)$ задана достаточно большой таблицей точек $y_i = f(x_i)$ с шагом $h = 1$. Какая разностная формула поиска производной функции y в некоторой точке x_n (из центра таблицы) точнее?</p> <p>1) $y_{n+1} - y_n$; 2) $y_n - y_{n-1}$ 3) $(y_{n+1} - y_{n-1})/2$ 4) $(y_{n-2} - 8y_{n-1} + 8y_{n+1} - y_{n+2})/12$</p>	ОПК-4.У.1
12	<p>Укажите более точную квадратурную формулу:</p> <p>1) Формула левых прямоугольников 2) Формула правых прямоугольников 3) Формула центральных прямоугольников 4) Формула трапеций</p>	ОПК-1.3.1
13	<p>Дайте определение банахова пространства.</p> <p>1) Нормированное пространство, имеющее пополнение 2) Нормированное пространство, полное относительно естественной метрики 3) Полное пространство относительно произвольной метрики 4) Верных утверждений нет</p>	ОПК-2.3.1

14	<p>Укажите все правильные варианты ответа. Нормой матрицы A называется число...</p> <p>1) $\max \ Ax\ / \ x\$, где максимум берется по всем $\ x\ \neq 0$</p> <p>2) $\max \ Ax\ / \ x\$, где максимум берется по всем $x \neq 0$</p> <p>3) $\max \ Ax\$, где максимум берется по всем $\ x\ = 1$</p> <p>4) Верных утверждений нет</p>	ОПК-2.3.1
15	<p>Числом обусловленности матрицы A называется величина</p> <p>1) $\ Ax\ * \ x\$</p> <p>2) $\ A\ * \ A^{-1}\$</p> <p>3) $\ Ax\ * \ A^T\$</p> <p>4) $\ Ax\ * \ A^*\$</p>	ОПК-1.3.1
16	<p>Неустраняемая погрешность вычислительного эксперимента – это погрешность, связанная:</p> <p>1) С ошибками округления чисел в ЭВМ</p> <p>2) С ошибками дискретизации</p> <p>3) С погрешностями математической модели</p> <p>4) С ошибками численного метода</p>	УК-2.У.3
17	<p>Задача называется корректной по Адамару, если выполнены условия:</p> <p>1) Существует одно единственное решение</p> <p>2) Существует несколько решений, которые непрерывно зависят от входных данных</p> <p>3) Решение задачи существует, единственно и непрерывно зависит от входных данных</p> <p>4) Существует хотя бы одно устойчивое решение задачи</p>	ОПК-2.3.1
18	<p>Выберете наиболее широкий класс квадратных матриц, для которых существует LU-разложение:</p> <p>1) Любые матрицы</p> <p>2) Матрицы, главные миноры которых отличны от нуля</p> <p>3) Матрицы с диагональным преобладанием</p> <p>4) Диагональные матрицы</p>	ОПК-2.3.1
19	<p>Численные методы – это методы, основанные:</p> <p>1) На теоремах, устанавливающих свойства решаемых задач</p> <p>2) На сведении решения задач к элементарным арифметическим действиям над числами</p> <p>3) На представлении решения задач в виде формул</p> <p>4) На графических построениях</p>	ОПК-2.3.1

20	<p>Решение алгебраического уравнения n-ой степени с любыми числовыми коэффициентами может быть найдено аналитически (в виде радикальной формулы):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Для $n > 10$ 2) Для $n > 6$ 3) Для $n < 5$ 4) $n > 8$ 	ОПК-1.У.1
21	<p>Верно ли утверждение: пространстве R^n для любой введенной метрики</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Шары с центром в точке x и радиусом r совпадают 2) Замкнутые шары с центром в точке x и радиусом r совпадают 3) Сферы с центром в точке x и радиусом r совпадают 4) Верных утверждений нет 	ОПК-1.У.1
22	<p>Метод прогонки используется для решения СЛАУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) С матрицей, имеющей много нулевых элементов 2) С матрицей, не имеющей нулевых элементов 3) С трехдиагональной матрицей 4) С матрицей, имеющей на диагонали близкие к нулю элементы 	ОПК-4.3.1
23	<p>Измерены значения в ходе эксперимента в разных точках. Назовите метод нахождения новых точек данных на основе диапазона дискретного набора известных точек.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Интерполяция 2) Аппроксимация 3) Экстраполяция 4) Правильного ответа нет 	ОПК-4.3.1
24	<p>Выберите к какому типу относится метод хорд:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Одношаговый 2) Трехшаговый 3) Пятишаговый 4) Двухшаговый 	ОПК-4.3.1
25	<p>Методом Герона поиска квадратного корня называется итерационный процесс, задаваемый формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x_n = a^{1/2}$ 2) $x_n = (x_{n-1} + a/x_{n-1})/2$ 3) $x_n = a/x_{n-1}$ 4) $x_n = a * x_{n-1}$ 	УК-2.У.1

26	<p>Сделайте вывод. Алгоритм Флетчера — Ривса используется при применении:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Метода покоординатного спуска 2) Метода сопряженных градиентов 3) Метода наискорейшего спуска 4) Метода градиентного спуска 	УК-2.В.1
27	<p>Если для действительной матрицы транспонированная матрица совпадает с обратной, то исходная матрица называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ортогональной 2) Невырожденной 3) Диагональной 4) Симметричной 	ОПК-4.3.1
28	<p>Методом Ньютона нахождения корня функции f называется итерационный процесс, задаваемый формулой</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x_n = f(x_{n-1})$ 2) $x_n = x_{n-1} - f(x_{n-1})$ 3) $x_n = x_{n-1} - f(x_{n-1}) / f'(x_{n-1})$ 4) $x_n = x_{n-1} + f(x_{n-1})$ 	УК-2.У.1
29	<p>Если x – истинное значение числа, а x^* – приближенное значение числа, то абсолютная погрешность числа x равна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x - x^*$ 2) $2x + x^*$ 3) $4x * x^*$ 4) $6x / x^*$ 	ОПК-4.3.1
30	<p>Если x – истинное значение числа, а x^* – приближенное значение числа, то относительная погрешность числа x равна:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $(x - x^*) / x^*$ 2) $2(x + x^*) / x^*$ 3) $4x / x^*$ 4) $6x^* / x$ 	ОПК-4.3.1

31	<p>Выберите правильный вариант ответа. Метод Гаусса заключается в сведении исходной матрицы системы к эквивалентному виду, где матрица преобразованной системы является ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ленточной матрицей 2) Симметричной матрицей 3) Верхней треугольной матрицей 4) Диагональной матрицей 	ОПК-4.3.1
32	<p>Задано нелинейное уравнение вида $x = x^3 - 2x$ и начальное приближение $x_0 = 2$. Один шаг метода простой итерации дает</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x_1 = 11$ 2) $x_1 = 1$ 3) $x_1 = 4$ 4) $x_1 = 3$ 	ОПК-2.У.1
33	<p>Решите, как называется последовательность, если при отыскании минимума функции многих переменных строится последовательность точек, для которой значения функции образуют убывающую сходящуюся последовательность</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Релаксационной 2) Пошаговой 3) Градиентной 4) Спусковой 	ОПК-2.В.1
34	<p>Оцените, при использовании метода дихотомии погрешность стремится к нулю не медленнее геометрической прогрессии со знаменателем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 0,4 2) 0,8 3) 0,5 4) 0,2 	ОПК-2.В.1
35	<p>Дано уравнение $x = \sin x + 1$ и начальное приближение $x_0 = \pi/2$. Первое приближение x_1 метода простой итераций равно</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1 2) 3 3) 5 4) 2 	ОПК-1.У.1

36	Найти сумму приближенных чисел $a = 414.8$, $b = 0.025$, $c = 24.17$, $d = 0.000326$. По умолчанию все цифры в этих числах считать верными 1) 439 2) 436 3) 432 4) 434	ОПК-4.У.1
37	Назовите метод решения нелинейного уравнения второго порядка сходимости 1) Гаусса 2) Простой итерации 3) Ньютона 4) Половинного деления	ОПК-4.У.1
38	Уравнение записано в виде, удобном для итераций $x = 0,5 \cos 2x + \pi/8$. Первое приближение метода простой итерации x_1 для начального приближения $x_0 = \pi/4$ равно 1) $\pi/8$ 2) $3\pi/8$ 3) $3\pi/4$ 4) $3\pi/2$	ОПК-4.У.1
39	Свойством диагонального преобладания обладают системы 1) 1 и 2 2) 2 и 4 3) 2 и 6 4) 4 и 8	ОПК-4.У.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

10.3. 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.

12. 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 лекции: формулировка темы лекции, указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение, изложение вводной части, изложение основной части лекции, краткие выводы по каждому из вопросов, заключение, ответы на вопросы.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

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

Содержание и требование к практическим занятиям представлены в учебном пособии

Фарафонов В.Г. Случайные величины и случайные события/ Фарафонов В.Г., Устимов В.И.; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2020. - 127 с.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

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

Не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине

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).

Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.

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 написания студентами 2х контрольных работ в каждом семестре.
- Результаты текущего контроля оцениваются в баллах, и учитываются при проведении промежуточных аттестаций.

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».

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