

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

УТВЕРЖДАЮ

Директор



/Евсиков А.А./

подпись

Фамилия И.О.

30

06

2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Вычислительная математика

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код, наименование

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) образовательной программы

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2022

Автор(ы) программы:

Зюзько Т.Н., к.т.н., доцент,

кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),
ученое звание (при наличии), кафедра;

Зюзько
подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
подготовки высшего образования

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры

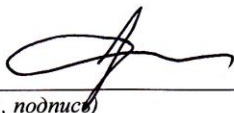
«Общеобразовательные дисциплины»

(название кафедры)

Протокол заседания № 5 от « 28 » июня 2022 г.

Заведующий кафедрой Сытин А.Н.

(Фамилия И.О., подпись)



СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

Маков П.В.

(Фамилия И.О., подпись)



« 29 » 06 2022 г.

Рецензент:

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается –
подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП	4
3 Планируемые результаты обучения по дисциплине	5
4 Объем дисциплины	5
5. Содержание дисциплины	5
6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	9
7 Фонды оценочных средств по дисциплине	9
8 Ресурсное обеспечение	11
Приложение к рабочей программе дисциплины	15

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Вычислительная математика» **имеет целью** сформировать у обучающихся профессиональную УК-1 компетенцию в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств».

Прослушав курс, студенты должны приобрести определенные знания в области численных методов решения различных математических задач и их программной реализации на компьютерах, а также в области теории погрешностей. Изучение методов вычислительной математики позволит студентам свободно ориентироваться в типичных задачах возникающих в математическом анализе, линейной алгебре, а также при решении дифференциальных уравнений. Студенты должны освоить различные точные и итерационные методы численного решения этих математических задач, научиться выбирать оптимальный для конкретной задачи алгоритм, овладеть навыками программной реализации численных методов на компьютерах. Курс должен способствовать подготовке будущих специалистов в области вычислительной техники на современном уровне, который предполагает не только умение освоить вычислительные возможности современных математических пакетов, но и понимание существа используемых математических методов и знание границ их применимости.

Студенты **получают навыки** в области численных методов решения различных математических задач и их программной реализации на компьютерах, а также в области теории погрешностей.

Задачи дисциплины заключаются в изучении методов вычислительной математики, которое позволит студентам свободно ориентироваться в типичных задачах, возникающих в математическом анализе, линейной алгебре, а также при решении дифференциальных уравнений. Студенты должны освоить различные методы численного решения этих математических задач, научиться выбирать оптимальный для конкретной задачи алгоритм, овладеть навыками программной реализации численных методов на компьютерах. Курс должен способствовать подготовке будущих специалистов в области вычислительной техники на современном уровне, который предполагает не только умение освоить вычислительные возможности современных математических пакетов, но и понимание существа используемых математических методов и знание границ их применимости.

Специфика курса учитывает особенности информационных технологий для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Преподавание данного курса происходит с использованием адаптированной компьютерной техники.

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- численные методы решения задач математического анализа и линейной алгебры
- алгоритмы реализации численных методов на языках программирования

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Вычислительная математика» Б1.В.ДВ.02.01 относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору обучающихся;

Дисциплина преподается в V семестре III курса.

Приступая к изучению дисциплины «Вычислительная математика», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Информатика», «Программирование и алгоритмизация».

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1. способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2. Владеть методами критического анализа и синтеза информации	Знает области применения различных методов вычислительной математики для решения практических задач
		Знает методы разработки алгоритмов решения задач численных методов
		Умеет разрабатывать компьютерные программы для решения перечисленных задач
	УК-1.3. Уметь осуществлять поиск информации по различным типам запросов	Умеет оценивать эффективность методов приближенного решения практических задач
		Умеет использовать естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности.
	УК-1.4. Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки	Уметь грамотно, логично, аргументировано формировать собственные суждения и оценки
	УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Уметь критически оценить достоинства и недостатки предлагаемого решения, выдвинуть альтернативный подход к решению задачи

4 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, всего 144 академических часов.

5. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
			из них ¹								Всего	Выполнение домашних заданий	подготовка рефератов и т.п.	Всего
Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	:	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*							
3 семестр														
Тема 1 Задачи вычислительной математики. Введение в теорию погрешностей.			2		2					ПР-2.1	4	7		
Тема 2 Основные определения и объекты линейной алгебры и функционального анализа.			2		2						4			15
Тема 3 Решение нелинейных уравнений с одной переменной.			2		2						4			
Тема 4 Метод Гаусса решения систем линейных уравнений (СЛУ). Обращение матриц. Устойчивость СЛУ			6		6						12			20

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

Тема 5 Итерационные методы решения СЛУ.		6		6					ПР-2.3	12	7		20
Тема 6. Вычисление собственных значений (СЗ) и собственных векторов (СВ) матриц.		2		2						4			20
Тема 7 Интерполирование и приближение функций.		4		4					ПР-2.3	8	7		
Тема 8 Численное интегрирование и дифференцирование		6		6					ПР-2.4, ПР-2.5	12	14		
Тема 9 Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений		4		4					ПР-2.6	8	7		
Промежуточная аттестация-- <u>экзамен</u>	27	X									7		
Итого		3 4		34						68	49		49

Содержание дисциплины

№ п/п раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Задачи вычислительной математики. Введение в теорию погрешностей.	Классификация основных задач и методов вычислительной математики. Задача оценки погрешностей. Источники и виды погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Оценка результирующей погрешности по погрешностям входных данных. Корректность задач по Адамару.
2	Основные определения и объекты линейной алгебры и функционального анализа.	Линейные метрические нормированные пространства. Евклидово и гильбертово пространства. Свойства метрики, нормы и скалярного произведения. Подчиненная норма оператора. Виды норм. Эквивалентность и непрерывность норм.
3	Решение нелинейных уравнений с одной переменной.	Локализация корней. Метод бисекции. Сжимающие отображения. Метод простой итерации, условие сходимости. Метод касательных Ньютона и упрощенный метод Ньютона, скорость сходимости. Метод секущих. Метод парабол.
4	Метод Гаусса решения систем линейных уравнений (СЛУ). Обращение матриц. Устойчивость СЛУ.	Алгоритм Гаусса. Расчетные формулы для прямого и обратного хода. Подсчет числа действий. Условие применимости метода Гаусса. Выбор ведущего элемента. Матричная форма метода Гаусса. Обращение матрицы методом Гаусса. Оценка числа действий. Устойчивость СЛУ по левой и правой части. Число обусловленности. Полная оценка относительной погрешности.
5	Итерационные методы решения СЛУ.	Идея итерационных методов, их классификация и преимущества. Метод простой итерации. Методы Якоби и Зейделя, их матричная форма. Метод верхней релаксации. Исследование сходимости итерационных методов. Доказательство достаточного условия сходимости, следствия для методов Якоби, Зейделя и верхней релаксации.
6	Вычисление собственных значений (СЗ) и собственных векторов (СВ) матриц.	Постановка задачи. Построение характеристического многочлена методом подобного преобразования к виду Фробениуса. Вычисление собственных векторов.
7	Интерполирование и приближение	Постановка задачи. Интерполирование алгебраическими многочленами. Интерполяционная формула Лагранжа, интерполяционная формула Ньютона, их

	функций.	эквивалентность. Погрешность интерполирования. Аппроксимация функций многочленами Фурье. Сходимость интерполяционного процесса. Понятие сплайна. Кубический сплайн, вывод расчетных формул.
8	Численное интегрирование и дифференцирование.	Постановка задачи. Метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона (парабол). Оценка погрешностей для этих методов. Апостериорная оценка погрешности методом Рунге. Левая, правая и центральная формулы для численного дифференцирования. Высшие численные производные. Оптимальный шаг при численном дифференцировании с погрешностями исходных данных.
9	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	Постановка задачи, классификация численных методов ее решения. Метод Эйлера. Сходимость, порядок точности, порядок аппроксимации, невязка. Симметричная схема, оценка ее порядка точности. Метод Рунге-Кутты 2-го порядка точности. Общая формулировка методов Рунге-Кутты. Примеры.

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации (раздел «Сведения об образовательной организации» – Образование – Образовательные программы).

7. Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, примерные темы курсовых работ (проектов) и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8 Ресурсное обеспечение.

8.1. Перечень литературы

Основная учебная литература

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов.-М.: ВШ, 2-е изд., перераб. 2005. - 847с.
2. Пантина, И. В. Вычислительная математика: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/451160> (дата обращения: 04.05.2022) Режим доступа: по подписке.
3. Поршнев С. Вычислительная математика. Курс лекций. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 320 с.: ил.
4. 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, 2022. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488879> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная учебная литература

1. Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике: учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. - ISBN 978-5-7638-2498-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441232> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
2. Пантелеев, А. В. Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 512 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012333-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1028969> (дата обращения: 04.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
3. Численные методы. Сборник задач: Учебное пособие. / В.Ю. Гидаспов, И. Э. Иванов, Д.Л. Ревизников и др.; под ред. У.Г. Пирумова. — М.: Дрофа, 2007. — 144 с.

• Периодические издания

1. **Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика:** научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. — М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова — Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1977 году. — ISSN 0137-0782. — Текст : электронный. — Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке в «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166/udb/890>
2. **Информатика и системы управления:** научное издание / Учредитель: Амурский государственный университет; гл. ред. Е.Л. Еремин. — Благовещенск: Амурский государственный университет. — журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 2001 г. — ISSN: 1814-2400. - Текст : непосредственный (подписка на печатное издание)
3. **Прикладная информатика** / Учредитель: МФПУ «Синергия»; гл. ред. Дли М.И. — Москва. МФПУ «Синергия» — Журнал выходит 6 раз в год. — Основан в 2006 году. — ISSN 1993-8314 . — Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/66410/udb/12>

• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» *Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znanium.com»: <https://znanium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>

7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>, раздел Детали машин и основы конструирования: http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.14.7

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагает использование задачников.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определённом порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК) (оборудование в собственности).

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (образовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Вычислительная математика» программы бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

код и формулировка компетенции

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания				
	1	2	3	4	5
УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	Отсутствие знания	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения методами критического анализа и синтеза информации. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения методами критического анализа и синтеза информации. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения методами критического анализа и синтеза информации. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное владение методами критического анализа и синтеза информации. Не допускает ошибок.
	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение определять и ранжировать необходимую для решения поставленной задачи информацию. Допускает множественные грубые	Демонстрирует достаточно устойчивое умение определять и ранжировать необходимую для решения поставленной задачи информацию. Допускает отдельные	Демонстрирует устойчивое умение определять и ранжировать необходимую для решения поставленной задачи информацию.	Демонстрирует свободное и уверенное умение определять и ранжировать необходимую для решения поставленной задачи информацию.

		ошибки.	негрубые ошибки.	Не допускает ошибок.	Не допускает ошибок.
УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение осуществлять поиск информации по различным типам запросов Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение осуществлять поиск информации по различным типам запросов Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение осуществлять поиск информации по различным типам запросов Не допускает ошибок.	Демонстрирует свободное и уверенное умение осуществлять поиск информации по различным типам запросов Не допускает ошибок.
УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения	Отсутствие знания	Демонстрирует частичное умение грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное умение грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки Не допускает ошибок.
УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	Отсутствие владения	Демонстрирует частичное умение критически оценить достоинства и недостатки предлагаемого решения, выдвинуть альтернативный подход к	Демонстрирует достаточно устойчивое умение критически оценить достоинства и недостатки предлагаемого решения, выдвинуть альтернативный	Демонстрирует устойчивое умение критически оценить достоинства и недостатки предлагаемого решения, выдвинуть альтернативный	Демонстрирует свободное и уверенное умение критически оценить достоинства и недостатки предлагаемого решения, выдвинуть альтернативный

		решению задачи	ый подход к решению задачи	решению задачи .	ый подход к решению задачи .
		Допускает достаточно серьезные ошибки.	Допускает отдельные негрубые ошибки.	Не допускает ошибок.	Не допускает ошибок.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в IV семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение IV семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Аудиторные занятия (посещение)	17
2	Курсовая Работа (ПР-6)	53
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе: 61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Линейные нормированные пространства. Гильбертово, Евклидово пространства.
2. Нормы векторов. Непрерывность нормы. Подчиненные нормы операторов.
3. Линейные операторы (ограниченность, непрерывность, эрмитово сопряжение). Понятие нормы оператора, ее непрерывность.
4. Самосопряженные операторы и ортогональные операторы (вращений) .
5. Операторы перестановок. Свойства определителей. Обратная матрица.
6. Свойства треугольных матриц. Элементарные треугольные матрицы.
7. Виды погрешностей при компьютерных вычислениях. Оценка величины погрешности.
8. Метод Гаусса. Выбор ведущего элемента.
9. Число действий в методе Гаусса. Условия применимости метода Гаусса.
10. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента в матричной форме.
11. Обращение матрицы методом Гаусса. Оценка Числа действий.
12. Устойчивость систем линейных уравнений. Число обусловленности. Оценка относительной погрешности.
13. Итерационные методы для систем линейных уравнений. Матричная форма.
14. Сходимость итерационных методов для систем линейных уравнений.
Достаточное условие сходимости и его следствия.
15. Необходимое и достаточное условие сходимости стационарных итерационных методов для систем линейных уравнений.
16. Вычисление характеристического многочлена матрицы методом подобного преобразования. Задача вычисления собственных векторов.
17. Поиск максимального собственного значения матрицы и соответствующего

собственного вектора степенным методом.

18. Интерполирование. Интерполирование алгебраическими многочленами. Интерполяционная формула Лагранжа.

19. Погрешность интерполирования алгебраическими многочленами. Экстраполирование.

20. Сходимость процесса интерполяции многочленами. Понятие сплайна.

21. Кубический сплайн.

22. Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.

23. Апостериорная оценка погрешности интегрирования (по Рунге).

24. Численное дифференцирование. Оценка погрешности при дифференцировании.

25. Решение нелинейных уравнений. Метод бисекции. Метод простой итерации.

26. Решение нелинейных уравнений.

Метод касательных Ньютона и упрощенный метод Ньютона.

27. Решение нелинейных уравнений. Метод секущих.

28. Численные методы решения задачи Коши. Метод Эйлера. Симметричная схема.

29. Численные методы решения задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 2-го порядка точности.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Обозначение	Наименование заданий
ПР-2.1	«Расчёт погрешности»
ПР-2.2	«Численные методы решение систем линейных уравнений»
ПР-2.3	«Численные методы интерполяции»
ПР-2.4-5	«Численные методы интегрирования и дифференцирования»
ПР-2.6	Задание «Решение задачи Коши»

Пример задания по теме «Решение систем линейных уравнений»

1. Решить СЛАУ (1.1) методом Гаусса.

$$\begin{pmatrix} 5 & 2 & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 4 \\ 1 & 4 & 5 & 2 \\ 3 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

2. Решить СЛАУ (1.2) методом Гаусса с выбором главного элемента.

$$\begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 \\ 2 & 5 & 3 & 1 \\ 2 & 5 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 4 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \quad (1.2)$$

3. Решить СЛАУ (1.3) метод Зейделя с точностью $\varepsilon = 10^{-2}$.

$$\begin{pmatrix} 13 & 3 & 5 & 4 \\ 3 & 9 & 3 & 2 \\ 5 & 5 & 14 & 3 \\ 3 & 3 & 1 & 8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

4. Решить СЛАУ (1.4) методом прогонки.

$$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \quad (1.4)$$

вариант	Задача (1.1)	Задача (1.2)	Задача (1.3)	Задача (1.4)
N	$b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4$	$b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4$	$b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4$	$b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4$