

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

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Общеобразовательные дисциплины»



## Рабочая программа дисциплины (модуля)

Вычислительная математика

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

Автор программы:

Зюзько Т.Н., к.т.н., доцент, кафедра «Общеобразовательные дисциплины»

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Общеобразовательные дисциплины»

Протокол заседания № 6 от «21» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /Сытин А.Н. /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой АТПиП \_\_\_\_\_ /Маков П.В. /  
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Эксперт \_\_\_\_\_

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;*

## **Оглавление**

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля) .....	4
3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий .....	6
7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) .....	10
8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	10
9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	10
10 Ресурсное обеспечение.....	20
11. Язык преподавания .....	22

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

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 сущности используемых математических методов и знание границ их применимости.

## **2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)**

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

системы автоматизации производственных и технологических процессов изготовления продукции различного служебного назначения, управления ее жизненным циклом и качеством, контроля, диагностики и испытаний

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Вычислительная математика» является дисциплиной по выбору из вариативной части блока дисциплин и имеет шифр Б1.В.ДВ.3. К началу изучения дисциплины «Вычислительная математика» должны быть освоены следующие компетенции: ОК-1,3,4,5, ОПК-2,3,5, ПК-18,19,21.

Курс «Вычислительная математика» базируется на курсах «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дополнительные главы высшей математики».

После освоения дисциплины «Вычислительная математика» студент будет подготовлен к изучению дисциплин «Математическая логика и теория алгоритмов», «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов», работе над дипломным проектом и последующей работе на предприятии в качестве инженера по информатике и вычислительной технике.

## **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

Компетенции, приобретаемые в результате освоения дисциплины «Вычислительная математика»:

ОК-5 - способностью к самоорганизации и самообразованию	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Основные численные методы, используемые для решения нелинейных уравнений и систем линейных уравнений.</li><li>• Численные методы позволяющие интегрировать, дифференцировать, интерполировать функции, а также методы численного решения дифференциальных уравнений с</li></ul>
ОПК-3 - способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности, I уровень (пороговый).	

<p>ОПК-4 - способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения, I уровень (пороговый).</p>	<p>начальными условиями.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов. Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Свободно оценивать погрешности численных вычислений.</li> <li>• Применять численные методы для решения конкретной математической задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода.</li> <li>• Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе программной реализации конкретного выбранного алгоритма.</li> <li>• Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов.</li> </ul>
<p>ПК-19 - способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами, I уровень (пороговый)</p>	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования</li> </ul>
<p>ПК-19 - способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления</p>	<p><b>Уметь *)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерировать управляющие программы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и моделировать процесс обработки</li> </ul> <p><b>Владеть *)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программирование траекторий движения инструментов и режимов обработки;</li> <li>- компоновка управляющей программы</li> </ul>

процессами, II уровень (углубленный)	
--------------------------------------	--

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта:

- «Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением» № 401 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 26 декабря 2014 г. № 1166н).

## **5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часов, из которых:

**68 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем<sup>1</sup>:**

- 34 часов – лекционные занятия;
- 34 часов – практические занятия;
- 27 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),
- 49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

## **6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

№ 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.

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

		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 (C3) и собственных векторов (CB) матриц.	Постановка задачи. Построение характеристического многочлена методом подобного преобразования к виду Фробениуса. Вычисление собственных векторов.
7	Интерполирование и приближение функций.	Постановка задачи. Интерполирование алгебраическими многочленами. Интерполяционная формула Лагранжа, интерполяционная формула Ньютона, их 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. Симметрическая схема, оценка ее порядка точности. Метод Рунге-Кутта 2-го порядка точности. Общая формулировка методов Рунге-Кутта. Примеры.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе:							Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>2</sup>					Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	
Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Выполнение домашних заданий	Подготовка к защите	
<b>3 семестр</b>									
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	
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	
Тема 5 Итерационные методы решения СЛУ.		6		6			ПР-2.3	12	7
Тема 6. Вычисление собственных значений (СЗ) и собственных векторов (СВ) матриц.		2		2				4	
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		4		4			ПР-2.6	8	7

<sup>2</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

уравнений												
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> ( <i>указывается форма проведения</i> )**	27	X									7	
<b>Итого</b>		34		34						68	49	49

**7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

*Задания к практическим занятиям*

**8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения**

Перечень обязательных видов работы студента:

- Посещение лекционных занятий;
- посещение семинарских занятий;
- выполнение и сдача практических заданий;
- самостоятельная работа студента (СРС) направлена на закрепление навыков самостоятельного выполнения тематических заданий;
- участие в групповых дискуссиях на семинарских занятиях;
- сдача экзамена.

*Иновационные формы проведения учебных занятий*

Семестр	Вид учебных занятий <sup>3</sup>	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
V	Лекционные занятия	Разбор конкретных ситуаций при решении задач вычислительной математики	7
V	Практические занятия	Разбор конкретных ситуаций при решении задач вычислительной математики	7
Всего:			14

**9. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

ОК-5 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

ОПК-3 - способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-4 - способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.

ПК-19 - способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.

**Полная карта компетенций ОПК-3, ОПК-4 и ПК-19 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»**

**Описание шкал оценивания**

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов.

Итоговой формой контроля является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

<sup>3</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

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

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	21
2	Аудиторные занятия (посещение)	25
3	Решение контрольных заданий (самостоятельные работы)	24
	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

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)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

Виды работ	Недели работ															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПР-2	ВЗ 1		ВЗ 2			33 1		33 2	ВЗ 3	33 3	ВЗ 4	33 4				

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

#### Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

<p>ОК-5: способностью к самоорганизации и самообразованию.</p> <p>ОПК-3: способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-4 - способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Основные численные методы, используемые для решения нелинейных уравнений и систем линейных уравнений.</li> <li>Численные методы позволяющие интегрировать, дифференцировать, интерполировать функции, а также методы численного решения дифференциальных уравнений с начальными условиями.</li> <li>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов. Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</li> </ul>

	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Свободно оценивать погрешности численных вычислений.</li> <li>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода.</li> <li>Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе программной реализации конкретного выбранного алгоритма.</li> <li>Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов.</li> </ul>
ПК-19 - способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами, I уровень (пороговый)	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования</li> </ul>
ПК-19 - способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами, II уровень (углубленный)	<p><b>Уметь</b> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>генерировать управляющие программы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и моделировать процесс обработки</li> </ul> <p><b>Владеть</b> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>программирование траекторий движения инструментов и режимов обработки;</li> <li>компоновка управляющей программы</li> </ul>

Компетенции ОПК-3, ОПК-4, ПК-19<sup>4</sup>

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <sup>*)</sup></b>	<b>Уровень освоения компетенций <sup>*)</sup></b>	<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b> <b>ШКАЛА оценивания</b> (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					<b>ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕННИВАНИЯ</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>Знать:</b> <i>Код31 (ОК-5)</i>	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не имеет базовых знаний методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования ; перспектив технического развития и особенностей деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии или допускает существенные ошибки	Демонстрирует частичное знание методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенностей деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии, но не может обосновать их соответствие запланированным целям профессионального совершенствования.	Демонстрирует знание методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенностей деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии, но даёт неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального регулирования.	Владеет полной системой знаний методов проектно-конструкторской работы; подхода к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общих требований к автоматизированным системам проектирования; перспектив технического развития и особенностей деятельности организаций, компетентных на законодательно-правовой основе в области технического регулирования и метрологии, но даёт неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального регулирования.	Устное собеседование.

					ьного роста.	ния	
<b>Уметь: КодУ1 (OK-5)</b>	I - порог овый	От сут ств ие зна ни й	Не умеет и не готов или имея базовые знания о выборе рациональных технологических процессах изготовления продукции отрасли, эффективного оборудования; выполнении анализа технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления; оценке точности и достоверности результатов моделирования, не способен устанавливать приоритеты при планировании целей своей деятельности.	Умевая выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование; выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления; оценивать точность и достоверность результатов моделирования, не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения.	Умевая выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование; выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления; оценивать точность и достоверность результатов моделирования, дает не полностью аргументированное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности намеченным целям.	Готов и умеет выбирать рациональные технологические процессы изготовления продукции отрасли, эффективное оборудование; выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации и управления; оценивать точность и достоверность результатов моделирования, давая полную аргументацию принимаемым решениям	ПК3
<b>Владеть: КодВ1 (OK-5)</b>	I - порог овый	От сут ств ие зна ни й	Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании; навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля; навыками анализа	Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании; навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля; навыками	Владеет навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании; навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;	Демонстрирует возможность переноса технологии организации процесса самообразования, сформированной в одной сфере деятельности, на другие сферы, полностью обосновывая выбор используемых методов и приемов.	ПК3

			технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации, но допускает существенные ошибки при их реализации, не учитывает временных перспектив развития профессиональной деятельности.	анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации, но не давая аргументированное обоснование адекватности отобранной для усвоения информации целям самообразования.	навыками анализа технологических процессов как объекта управления и выбора функциональных схем их автоматизации и только в определенной сфере деятельности.		
<p><b>Знать:</b>  <b>Код31 (ОПК-3,4)</b></p> <p>Основные численные методы, используемые для решения нелинейных уравнений и систем линейных уравнений.</p> <p>Численные методы позволяющие интегрировать, дифференцировать, интерполировать функции, а также методы численного решения дифференциальных уравнений с начальными условиями.</p> <p>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов.</p> <p>Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</p>	I - пороговый	Отсутствие знаний	<p>Не знает или знает слабо:</p> <p>Основные численные методы, используемые для решения прикладных задач (системы линейных и нелинейных уравнений, задача Коши, интерполяция, дифференцирования и интегрирование функций)</p> <p>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов.</p> <p>Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</p> <p>Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>Удовлетворительно знает:</p> <p>Основные численные методы, используемые для решения прикладных задач (системы линейных и нелинейных уравнений, задача Коши, интерполяция, дифференцирования и интегрирование функций)</p> <p>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов.</p> <p>Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов, но допускает достаточно серьезные</p>	<p>Хорошо знает:</p> <p>Основные численные методы, используемые для решения прикладных задач (системы линейных и нелинейных уравнений, задача Коши, интерполяция, дифференцирования и интегрирование функций)</p> <p>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов.</p> <p>Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</p> <p>Допускает</p>	<p>Демонстрирует свободное и уверенное знание:</p> <p>Основные численные методы, используемые для решения прикладных задач (системы линейных и нелинейных уравнений, задача Коши, интерполяция, дифференцирования и интегрирование функций)</p> <p>Принципы оценки скорости сходимости итерационных методов.</p> <p>Основные необходимые и достаточные условия сходимости различных итерационных методов.</p>	Устное собеседование.

				ошибки.	отдельные негрубые ошибки.	е условия сходимости различных итерационных методов. Не допускает ошибок.	
<p><b>Уметь:</b>  <b>КодУ1 (ОПК-3,4)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Свободно оценивать погрешности численных вычислений.</li> <li>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи.</li> </ul>	I - пороговый	Отсутствие умений	<p>Демонстрирует частичное умение: Свободно оценивать погрешности численных вычислений</p> <p>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи. Допускает множественные грубые ошибки.</p>	<p>Демонстрирует частичное умение: Свободно оценивать погрешности численных вычислений</p> <p>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи, но допускает достаточно серьезные ошибки.</p>	<p>Демонстрирует достаточно устойчивое умение: Свободно оценивать погрешности численных вычислений</p> <p>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи. Допускает отдельные негрубые ошибки.</p>	<p>Демонстрирует устойчивое умение: Свободно оценивать погрешность и численных вычислений</p> <p>Применять численные методы для решения конкретной математической задачи. Не допускает ошибок.</p>	ПКЗ
<p><b>Владеть:</b>  <b>КодВ1 (ОПК-3,4)</b></p> <p>Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода. Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе программной реализации конкретного выбранного алгоритма. Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании</p>	I - пороговый	Отсутствие владения	<p>Демонстрирует низкий уровень владения: Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода. Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе программной реализации</p>	<p>Демонстрирует удовлетворительный уровень владения: Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода. Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе</p>	<p>Демонстрирует хороший уровень владения: Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода. Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе</p>	<p>Демонстрирует высокий уровень владения: Навыками эффективной оценки трудоемкости и точности того или иного численного метода. Навыками рационального применения критерия сходимости методов, как для предварительного анализа задачи, так и в процессе</p>	ПКЗ

итерационных численных методов.			конкретного выбранного алгоритма. Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов. Допускает множественные грубые ошибки.	программной реализации конкретного выбранного алгоритма. Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов, но допускает достаточно серьезные ошибки.	программной реализации конкретного выбранного алгоритма. Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов. Допускает отдельные негрубые ошибки.	анализа задачи, так и в процессе программной реализации конкретного выбранного алгоритма. Навыками апостериорного контроля достигнутой точности при использовании итерационных численных методов. Не допускает ошибок.
<b>Знать:</b> <i>Код31 (ПК-19)</i> синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем	I (пороговый)	Отсутствие знаний	Не знает или знает слабо, фрагментарно синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем	Удовлетворительно знает синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем	Хорошо знает синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем	Демонстрирует свободное и уверенное знание синтаксиса и семантики алгоритмического языка программирования, принципов и методологии построения алгоритмов программных систем
<b>Уметь:</b> <i>КодУ1 (ПК-19)</i> проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования	I (пороговый)	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования. Допускает	Демонстрирует частичное умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств	Демонстрирует устойчивое умение проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств

			Допускает множественные грубые ошибки.	грубые ошибки.	программирования. Допускает отдельные негрубые ошибки.	современных средств программирования. Не допускает ошибок.	
<b>Владеть:</b> <i>КодВ1 (ПК-19)</i> навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования	I (пороговый)	Отсутствие влажения	Демонстрирует низкий уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализаций их на языке программирования. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализаций их на языке программирования. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализаций их на языке программирования. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализаций их на языке программирования. Не допускает ошибок.	Выполнение практического задания
<b>Уметь:</b> <i>КодУ2 (ПК-19*)</i> генерировать управляющие программы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и моделировать процесс обработки	II (углубленный)	Отсутствие уменья	Демонстрирует частичное умение. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует частичное умение. Допускает грубые ошибки.	Демонстрирует достаточно устойчивое умение. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует устойчивое умение. Не допускает ошибок.	Выполнение практического задания
<b>Владеть:</b> <i>КодВ2 (ПК-19*)</i> программирование траекторий движения инструментов и режимов обработки; компоновка управляющей программы	II (углубленный)	Отсутствие влажения	Демонстрирует низкий уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки; компонованием управляющей программы. Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки; компонованием управляющей программы. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки; компонованием управляющей программы. Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения программированием траекторий движения инструментов и режимов обработки; компонованием управляющей программы. Не допускает ошибок.	Выполнение практического задания

**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-Кutta 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	$b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4$			

## 10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**  
*Основная учебная литература*

1. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=451160> (дата обращения: 29.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Аттетков А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2 //

ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985> (дата обращения: 29.05.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов.-М.: ВШ, 2-е изд., перераб. 2007. - 847с.

***Дополнительная учебная литература***

1. Зализняк, В. Е. Теория и практика по вычислительной математике [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Е. Зализняк, Г. И. Щепановская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 174 с. - ISBN 978-5-7638-2498-8 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=441232> (дата обращения: 29.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Пантелеев А. В. Численные методы. Практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 512 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=652316> (дата обращения: 29.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469213> (дата обращения: 29.05.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Сдвижков О.А. Практикум по методам оптимизации [Электронный ресурс] / О.А. Сдвижков. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 200 с.: ISBN 978-5-9558-0372-2 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=459517> (дата обращения: 29.05.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
5. 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: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета – Журнал основан в 1977 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9166/edb/890>
2. Вестник Московского университета. Серия 01. Математика. Механика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный университет – М.: Издательство Московского университета гл. ред. В.Н. Чубариков – Журнал основан в 1960 году. – Полные электронные версии статей журнала представлены в БД периодических изданий «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045/edb/890>
3. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН. Гл. ред. В.Л. Береснев. - Журнал основан в 1994 году Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25528](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528)
4. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. А.С. Бугаев. - Журнал основан в 1998 году – Сайт журнала: <http://vestnik-mgou.ru/Series/PhysicsMathematics> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25657](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657)

**• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

***Электронно-библиотечные системы и базы данных***

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.com/>

2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://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 Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – [http://www.mathnet.ru/](http://www.mathnet.ru)
- 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>
- 4 ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
- 5 WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

***Профессиональные ресурсы сети «Интернет»***

- 1 Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: [http://window.edu.ru/](http://window.edu.ru)
- 2 Образовательный математический сайт EXPonenta.ru <http://exponenta.ru/default.asp>
- 3 Математический сайт Math.ru [http://math.ru/lib/](http://math.ru/lib)  
Сайт РАН Институт Вычислительной математики. [http://www.inm.ras.ru/](http://www.inm.ras.ru)
  - **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс

**11. Язык преподавания**

Русский