

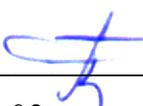
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы математических вычислений
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления)

Направленность: Математическое и информационное обеспечение
экономической деятельности (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины.

Освоение студентами основных понятий и методов математических вычислений, выработка навыков применения численных методов для решения практических задач, необходимых для изучения общетеоретических и специальных дисциплин; развитие логического и алгоритмического мышления; повышение общей математической культуры; формирование навыков формализации моделей реальных процессов; анализ систем, процессов и явлений при поиске оптимальных решений и выборе эффективных алгоритмов и интерпретации результатов решения задач, выработка исследовательских навыков и умений самостоятельного анализа прикладных задач.

Задачи дисциплины:

- освоение приемов и методов исследования и решения математически формализованных задач, построение математических моделей изучаемых процессов, выбор методов и алгоритмов, связанных с проведением численных расчётов при постановке вычислительных экспериментов, как средств проверки математических моделей, анализа полученных результатов;
- изучение математических понятий и методов для дальнейшего изучения дисциплин циклов МиЕН и ПЦ.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- математические объекты (приближенные числа, абсолютная и относительная погрешность, алгебраические уравнения, системы линейных уравнений, функции, интегралы, дифференциальные уравнения, числовые и степенные ряды);
- операции над объектами и характеристики объектов (арифметические операции и действия с приближенными числами, погрешность вычисления, приближенное вычисление значений функций, отделение и нахождение корней уравнения, графическое решение уравнений, приближенное решение систем линейных уравнений, аппроксимация функций, интерполирование, численное интегрирование и дифференцирование);
- основные понятия и методы математических вычислений;
- выбор эффективных методов математических вычислений и анализ полученных результатов решения задач.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы теории приближений: приближенные числа и действия с ними, относительную и абсолютную погрешность; - определения и методы математических вычислений: - методами деления отрезка пополам, хорд и касательных, комбинированный метод; - методы решения систем линейных уравнений Гаусса, итераций, условия сходимости метода; - графическое и аналитическое отделение корней уравнения; - методы численного интегрирования: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона; - методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений; - численные методы приближения и аппроксимации функций. 	<p>Знает задачи описания и анализа экономических процессов, методы содержательной интерпретации полученных результатов;</p>	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить вычисления с приближенными числами, оценивать точность вычислений, определять относительную и абсолютную погрешность; - вычислять приближенное значение функций; - отделять корень алгебраического и нелинейного уравнения и находить его; 	<p>Умеет оформлять результаты исследований в виде отчета и применять их в организационно-управленческой деятельности;</p>	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<ul style="list-style-type: none"> - решать системы линейных уравнений; - аппроксимировать и интерполировать функцию; - применять числовые и степенные ряды к приближенным вычислениям интегралов, решению дифференциальных уравнений; - численно интегрировать и дифференцировать; 		
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приемами действий с приближенными числами, вычислениями приближенных значений функций, оценки точности вычислений; - методами отделения и нахождения корня (корней) уравнения; - методами решение систем линейных уравнений; - методами приближения и аппроксимации функций; - методами численного интегрирования и дифференцирования. 	Владеет навыками построения стандартных математических и эконометрических моделей экономических процессов.	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
3-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы теории погрешностей. Численные методы решения нелинейных уравнений. Численные методы линейной алгебры.	4	0	8	13
<p>Тема 1. Численные методы линейной алгебры. Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, Крамера, метод прогонки. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обращению матриц. Метод простых итераций решения СЛАУ. Сходимость итерационных методов.</p> <p>Тема 2. Основы теории погрешности. Основы теории погрешности. Классификация погрешности. Погрешности основных арифметических операций. Погрешности элементарных функций. Прямая и обратная задача теории погрешностей и их решение. Действия с приближенными величинами. Приближенное вычисление с помощью рядов.</p> <p>Тема 3. Численные методы решения систем и уравнений. Основные методы отделеия корней. Отделение и уточнение корней уравнения. Графическое решение уравнений. Аналитические методы: деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод хорд, касательных. Комбинированный метод. Метод Ньютона. Метод итераций. Геометрическая интерпретация методов. Оценка точности методов. Решение систем нелинейных уравнений: методы Ньютона и итераций. Точность и сходимость решения.</p>				
Численное интегрирование и дифференцирование функций.	8	0	5	13
<p>Тема 4. Численное интегрирование функций. Задачи численного интегрирования функций. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности методов. Выбор оптимального шага при численном интегрировании.</p> <p>Тема 5. Численное дифференцирование функций. Задачи численного дифференцирования функций. Формулы численного дифференцирования. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод конечных разностей. Метод прогонки.</p>				
Численные методы приближения и аппроксимации функций. Интерполяция функций.	4	0	5	10
Тема 6. Численные методы приближения и аппроксимации функций.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы приближения и аппроксимации функций, общая задача. Алгоритмы приближения: метод наименьших квадратов, линейная и квадратичная аппроксимации. Интерполяция функций. Интерполяционные формулы Лагранжа. Табличные разности. Интерполяционные формулы Ньютона.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	18	36
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	36

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Задачи численного дифференцирования функций. Формулы численного дифференцирования. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод конечных разностей. Метод прогонки.
2	Основы теории погрешности. Классификация погрешности. Погрешности основных арифметических операций. Погрешности элементарных функций. Прямая и обратная задача теории погрешностей и их решение. Действия с приближенными величинами. Приближенное вычисление с помощью рядов.
3	Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, Крамера, метод прогонки. Применение метода Гаусса к вычислению определителей и обращению матриц. Метод простых итераций решения СЛАУ. Сходимость итерационных методов.
4	Задачи численного интегрирования функций. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности методов. Выбор оптимального шага при численном интегрировании.
5	Методы приближения и аппроксимации функций, общая задача. Алгоритмы приближения: метод наименьших квадратов, линейная и квадратичная аппроксимации. Интерполяция функций. Интерполяционные формулы Лагранжа. Табличные разности. Интерполяционные формулы Ньютона.
6	Отделение и уточнение корней уравнения. Графическое решение уравнений. Аналитические методы: деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод хорд, касательных. Комбинированный метод. Метод Ньютона. Метод итераций. Оценка точности методов. Решение систем нелинейных уравнений: методы Ньютона и итераций. Точность и сходимость решения.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Жидков Е. Н. Вычислительная математика : учебник для вузов / Е. Н. Жидков. - Москва: Академия, 2013.	14
2	Каганов В. И. Компьютерные вычисления в средах Excel и Mathcad / В. И. Каганов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003.	18
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Половко А. М. Mathematica для студента / А. М. Половко. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2007.	6

2	Соловьёв И. А. Вычислительная математика на смартфонах, коммуникаторах и ноутбуках с использованием программных сред Python : учебное пособие / И. А. Соловьёв, А. В. Червяков, А. Ю. Репин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011.	5
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Бороденко В.А. Применение ЭВМ в энергетике.	https://www.studmed.ru/borodenko-va-primenenie-evm-v-energetike_ad063510604.html	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	IBM PC совместимые компьютеры	15
Практическое занятие	IBM PC совместимые компьютеры	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Основы математических вычислений»
основной профессиональной образовательной программы высшего
образования программы подготовки бакалавров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Прикладная математика
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану (РУП):	3 ЗЕ
- часов по рабочему учебному плану (РУП):	108 ч

Виды контроля:

Экзамен: 3 семестр

Пермь
2023

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно ОПОП учебная дисциплина «Основы математических вычислений» участвует в формировании компетенции: ПК-1.2. В рамках учебного плана образовательной программы бакалавриата формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

ПК-1.2 Способность на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные математические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 3 семестра и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и выступающие в качестве контролируемых результатов обучения (табл.1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых навыков осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контролей при изучении теоретического материала, защите расчётно-графических работ, при сдаче экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	текущий		рубежный		промежуточный	
	С	ТО	ЗРГР	КР	Диф. зачёт	экзамен
Усвоенные знания						
знать основы теории приближений: приближенные числа и действия с ними, относительную и абсолютную погрешность;	С 1					
знать определения и методы математических вычислений;	С 2	ТО 1		КР 1		
знать методы решений систем линейных уравнений;	С 3			КР 1		
знать графическое и аналитическое отделение корней;	С 4			КР 1		
знать методы численного интегрирования;	С 5			КР 2		
знать методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем уравнений;	С 6			КР 2		
знать численные методы приближения и аппроксимации функций.	С 7	ТО 2		КР 2		
Освоенные умения						
уметь производить вычисления с приближенными числами, оценивать точность вычислений, определять относительную и абсолютную погрешность, вычислять приближенное значение функций;						ПЗ
уметь отделять корень алгебраического и нелинейного уравнения и находить его;				КР 1		ПЗ
уметь решать системы линейных уравнений;				КР 1		ПЗ
уметь аппроксимировать и интерполировать функцию;						ПЗ
уметь применять числовые и степенные ряды к приближенным вычислениям интегралов, решению дифференциальных уравнений;				КР 2		ПЗ

уметь численно интегрировать и дифференцировать;				КР 2		ПЗ
Приобретённые владения						
владеть приемами действий с приближенными числами, вычислениями приближенных значений функций, оценки точности вычислений;						
владеть методами отделения и нахождения корня (корней) уравнения;						
владеть методами решение систем линейных уравнений;						
владеть методами приближения и аппроксимации функций;						
владеть методами численным интегрированием и дифференцированием.						

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос (коллоквиум);

КР – контрольная работа; ПЗ – практическое задание; ТВ – теоретический вопрос; ЗРГР – защита расчётно-графической работы.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимой с учётом результатов текущего и рубежного контролей.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл.1.1) проводится по каждой теме в форме собеседования или выборочного опроса студентов. Результаты по 5-и бальной системе учитываются при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретённых владений дисциплинарных частей компетенций (табл.1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведённого в РПД, в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита расчетно-графических работ

Не предусмотрены.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежных контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Типовые задания КР1 Численные методы решения систем и уравнений.

1. Решить систему методом Гаусса

$$\begin{cases} 0,2730x + 3,231y - 1,836z = 13,24; \\ 2,534x - 0,1870y + 1,385z = 1,832; \\ 3,296x - 2,589y - 0,7370z = 2,468. \end{cases}$$

Все промежуточные вычисления проводить с двумя запасными знаками. Произвести проверку решения.

2. Отделить корни уравнения графически и уточнить один из них методом хорд с точностью до 0,001: $x - \sin x = 0,25$.

3. Отделить корни уравнения аналитически и уточнить один из них методом итераций с точностью до 0,001: $x^3 - 3x^2 + 9x - 8 = 0$.

Типовые задания КР2 Численное дифференцирование функций.

1. Используя метод Эйлера с уточнением, составить таблицу приближённых значений интеграла дифференциального уравнения $y' = x + \sin\left(\frac{y}{2,25}\right)$, удовлетворяющего начальным условиям $y_0(1,4) = 2,2$ на отрезке $x \in [1,4; 2,4]$; шаг $h = 0,1$. Все вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

2. Методом конечных разностей, составить решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения с точностью $\varepsilon = 0,001$ шаг $h = 0,1$:

$$y'' + xy' - 0,5 \frac{y}{x} = 1,$$

начальные условия $\begin{cases} y(2) + 2y'(2) = 1, \\ y(2,3) = 2,15. \end{cases}$

2.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

Допуск к экзамену осуществляется по результатам текущего и рубежного контролей. Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы для проверки усвоенных знаний и практические задания для проверки усвоенных умений. Билет формируется таким образом, чтобы в него вошли вопросы и задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС программы бакалавриата.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний

1. Источник погрешностей, их классификация.
2. Погрешности основных арифметических операций, элементарных функций.
3. Прямая и обратная задачи теории погрешностей и их решение.
4. Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, Крамера, метод прогонки.
5. Задачи линейной алгебры. Вычислению определителей и обращение матриц.
6. Метод простых итераций решения СЛАУ. Сходимость итерационных методов.
7. Основные методы отделения и уточнения корней уравнения. Графическое решение уравнений.
8. Аналитические методы решения уравнений: деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод хорд, касательных. Комбинированный метод. Геометрическая интерпретация методов. Оценка точности методов.
9. Метод Ньютона. Оценка точности методов.
10. Метод итераций. Геометрическая интерпретация методов. Оценка точности методов.
11. Решение систем нелинейных уравнений: методы Ньютона и итераций. Точность и сходимость решения.
12. Методы приближения и аппроксимации функций, общая задача.
13. Алгоритмы приближения: метод наименьших квадратов, линейная и квадратичная аппроксимации.
14. Интерполяция функций. Интерполяционные формулы Лагранжа. Табличные разности.
15. Интерполяционные формулы Ньютона.
16. Задачи численного интегрирования функций. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Оценка точности методов. Выбор оптимального шага при численном интегрировании.
17. Задачи численного дифференцирования функций. Формулы численного дифференцирования.
18. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод конечных разностей. Метод прогонки.

Типовые практические задания для контроля усвоенных умений

1. Арифметические действия с приближенными числами, оценка погрешности. Приближенные вычисления с помощью рядов.
2. Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, Крамена, метод прогонки, метод простых итераций. Сходимость методов.
3. Решение нелинейных уравнений, отделение корней, точность и сходимость решения.
4. Решение систем нелинейных уравнений, точность и сходимость решения.
5. Аппроксимация функций.
6. Численное интегрирование функций.
7. Численное дифференцирование функций.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче экзамена

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 5-и балльной шкале.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь, владеть* приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче экзамена считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые шкалы и критерии оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путём агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учётом результатов текущего и рубежного контролей в виде интегральной оценки по 5-и балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.