МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	***Вычислительная математика***

Код направления подготовки	***01.06.01***
Направление подготовки	***Математика и механика***
Наименование ОПОП (направленность)	***Математика и механика***
Год начала реализации ОПОП	***2016***
Уровень образования	***подготовка кадров высшей квалификации***
Форма обучения	***очная, заочная***
Год обновления	***2017***

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	ФИО
профессор	***д.т.н., доцент***	***П.А. Акимов***
профессор	***д.т.н., ст. научн. сотрудник***	***А.М. Белостоцкий***
заведующий кафедрой	***к.ф.-м.н., доцент***	***Ю.В. Осипов***

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Прикладная математика», Протокол № 12 от 12.05.2017 г.

Заведующий кафедрой
прикладной математики _____ /__Осипов Ю.В. ____/
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № ____ от

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии _____ /Широкова О.Л./
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП _____ _____ /Беспалов А.Е./
дата *Подпись, ФИО*

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Вычислительная математика» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области фундаментальной и прикладной математики, получение обучающимся теоретических знаний о современных методах вычислительной математики, приобретение практических навыков использования вычислительных методов при решении прикладных задач с использованием компьютера в строительной отрасли и других областях.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (уровень образования – подготовка кадров высшей квалификации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	УК-1	**Знает** методологию анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	З1
		Умеет критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	У1
		Имеет навыки критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Н1
готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	УК-3	**Знает** методологию участия в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	З2
		Умеет участвовать в работе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	У2
		Имеет навыки участия в работе российских исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Н2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
владение алгоритмами численного решения задач анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники;	ПК-2.1	**Имеет навыки** владения алгоритмами численного решения задач анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики	Н3

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению 01.06.01 «Математика и механика», направленность «Математика и механика» (уровень образования – подготовка кадров высшей квалификации) и является обязательной для прохождения..

Изучение дисциплины «Вычислительная математика» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин:

«Введение в научную специальность»;
«История и философия науки»;
«Основы научных исследований и интеллектуальной собственности».

Для освоения дисциплины «Вычислительная математика» обучающийся должен:
Знать: линейную алгебру; математический анализ.
Уметь: применять аналитические и численные методы для решения математических и технических задач.
Иметь навыки: владения прикладным программным обеспечением.

Дисциплина «Вычислительная математика» является предшествующей для освоения следующих дисциплин:
разделы (этапы) «Научно-исследовательской деятельности»,
«Педагогическая практика»,
«Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации)»,
«Подготовка и сдача государственного экзамена»,
«Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы».

4. Объем дисциплины 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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.
(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Контактная работа с обучающимися				Самостоя-тельная работа		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1.	Введение в вычислительную математику	4	1	2		2		14	6	
2.	Вычислительные методы линейной алгебры	4	2-5	6		6		32	24	4-ая неделя: устный опрос
3.	Вычислительные методы математического анализа	4	6-10	8		8		48	24	8-ая неделя: устный опрос
	Итого:	**4**	**10**	**16**		**16**		**94**	**54**	**Экзамен**

Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Контактная работа с обучающимися				Самостоя-тельная работа		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1.	Введение в вычислительную математику	4	1-2	2		2		20	6	
2.	Вычислительные методы линейной алгебры	4	3-5	2		2		40	24	4-ая неделя: устный опрос
3.	Вычислительные методы математического анализа	4	6-10	4		4		50	24	8-ая неделя: устный опрос
	Итого:	**4**	**10**	**8**		**8**		**110**	**54**	**Экзамен**

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание лекционных занятий

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение в вычислительную математику	История и предмет вычислительной математики. Качественные и аналитические методы, методы возмущений и численные методы. Примеры. Математическое моделирование. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Понятие алгоритма. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы.	2
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Основные понятия линейной алгебры. Метод Гаусса. Обусловленность систем линейных уравнений. Метод прогонки. Сущность итерационных методов. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. Методы простой итерации и Зейделя. Достаточные условия сходимости. Сравнение прямых и итерационных методов. Нахождение определителя и обратной матрицы. Задача нахождения собственных значений и собственных векторов матрицы. Нахождение наибольшего и наименьшего собственного значения итерационным методом.	6
3	Вычислительные методы математического анализа	Численное нахождение корня на ЭВМ. Методы половинного деления, итераций, Ньютона: описание, геометрический смысл, порядок и условия сходимости. Сравнительная оценка различных методов. Интерполяция с помощью многочленов Лагранжа и Ньютона. Равномерные многочленные приближения. Многочлены Чебышева. Методы численного интегрирования: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнительная оценка методов и уточнение решения по методу Рунге. Метод конечных разностей. Решение задачи Коши методом Эйлера, методом Эйлера с пересчетом, методом Рунге-Кутта. Сравнение методов. Методы решения уравнений в частных производных. Метод сеток. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Решение параболических и эллиптических задач методом сеток.	8
		Итого	16

Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение в вычислительную математику	История и предмет вычислительной математики. Качественные и аналитические методы, методы возмущений и численные методы. Примеры. Математическое моделирование. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Понятие алгоритма. Устойчивые и	2

		неустойчивые алгоритмы.	
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Основные понятия линейной алгебры. Метод Гаусса. Обусловленность систем линейных уравнений. Метод прогонки. Сущность итерационных методов. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. Методы простой итерации и Зейделя. Достаточные условия сходимости. Сравнение прямых и итерационных методов.	2
3	Вычислительные методы математического анализа	Численное нахождение корня на ЭВМ. Методы половинного деления, итераций, Ньютона: описание, геометрический смысл, порядок и условия сходимости. Сравнительная оценка различных методов. Интерполяция с помощью многочленов Лагранжа и Ньютона. Равномерные многочленные приближения. Многочлены Чебышева. Методы численного интегрирования: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнительная оценка методов и уточнение решения по методу Рунге. Метод конечных разностей. Решение задачи Коши методом Эйлера, методом Эйлера с пересчетом, методом Рунге-Кутта. Сравнение методов.	4
		Итого	8

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение в вычислительную математику	Качественные и аналитические методы, методы возмущений и численные методы. Примеры. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Алгоритмы. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы.	2
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Прямой и обратный ход. Хорошо обусловленные, удовлетворительно обусловленные и плохо обусловленные системы линейных уравнений. Системы с трехдиагональной матрицей. Метод прогонки. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. Методы простой итерации и Зейделя. Достаточные условия сходимости (условие диагонального преобладания). Примеры. Нахождение определителя и обратной матрицы. Задача нахождения собственных значений и собственных векторов матрицы. Нахождение наибольшего и наименьшего собственного значения итерационным методом.	6
3	Вычислительные методы математического анализа	Решение нелинейных уравнений итерационными методами. Метод половинного деления. Метод итераций. Метод Ньютона. Интерполяция функций с помощью многочленов Лагранжа и	8

		Ньютона. Использование степенных разложений для вычисления значений функции. Равномерные многочленные приближения. Многочлены Чебышева. Экономизация степенных рядов с помощью многочленов Чебышева. Численное интегрирование методами прямоугольников, трапеций, Симпсона. Численное дифференцирование при помощи ряда Тейлора и интерполяционных многочленов. Погрешности численного дифференцирования и способы их уменьшения по методу Рунге. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом Эйлера, методом Эйлера с пересчетом, методом Рунге-Кутта. Сравнение методов. Решение параболических уравнений в частных производных методом сеток. Решение эллиптических уравнений в частных производных методом сеток.	
		Итого	16

Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Введение в вычислительную математику	Качественные и аналитические методы, методы возмущений и численные методы. Примеры. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. Алгоритмы. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы.	2
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Прямой и обратный ход. Хорошо обусловленные, удовлетворительно обусловленные и плохо обусловленные системы линейных уравнений. Системы с трехдиагональной матрицей. Метод прогонки. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. Методы простой итерации и Зейделя. Достаточные условия сходимости (условие диагонального преобладания). Примеры.	2
3	Вычислительные методы математического анализа	Решение нелинейных уравнений итерационными методами. Метод половинного деления. Метод итераций. Метод Ньютона. Интерполяция функций с помощью многочленов Лагранжа и Ньютона. Использование степенных разложений для вычисления значений функции. Равномерные многочленные приближения. Многочлены Чебышева. Экономизация степенных рядов с помощью многочленов Чебышева. Численное интегрирование методами прямоугольников, трапеций, Симпсона.	4
		Итого	8

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы

Учебным планом групповые занятия – компьютерные практикумы не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Введение в вычислительную математику	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Неустойчивые задачи и алгоритмы». Подготовка к экзамену.	14	6
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Обусловленность систем линейных уравнений». Подготовка к экзамену.	32	24
3	Вычислительные методы математического анализа	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Решение краевой задачи конечно-разностным методом». Подготовка к экзамену.	48	24
		Итого	94	54

Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Введение в вычислительную математику	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Неустойчивые задачи и алгоритмы». Подготовка к экзамену.	20	6
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Обусловленность систем линейных уравнений». Нахождение определителя и обратной матрицы. Задача нахождения собственных значений и собственных векторов матрицы. Нахождение наибольшего и наименьшего собственного значения итерационным методом. Подготовка к экзамену.	40	24
3	Вычислительные методы математического анализа	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Самостоятельное изучение темы: «Решение краевой задачи конечно-разностным методом». Методы решения уравнений в частных производных. Метод сеток. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Решение параболических и эллиптических задач методом сеток.	50	24

		Численное дифференцирование при помощи ряда Тейлора и интерполяционных многочленов. Погрешности численного дифференцирования и способы их уменьшения по методу Рунге. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом Эйлера, методом Эйлера с пересчетом, методом Рунге-Кутта. Сравнение методов. Решение параболических уравнений в частных производных методом сеток. Решение эллиптических уравнений в частных производных методом сеток. Подготовка к экзамену.		
		Итого	110	54

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

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточной аттестации, предусмотренной рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Вычислительная математика» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы преподавателем решаются следующие задачи:

1) углублять и расширять профессиональные знания аспирантов;
2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
3) научить аспирантов овладевать приемами процесса познания;
4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
5) развивать познавательные способности будущих ученых и преподавателей.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания основ прикладной статистики и планирования эксперимента.

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции аспирант ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделений цветовым маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к

учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, аспирант должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

На практических занятиях выполняются практические работы по темам лекционного курса. Часть заданий выносится на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Аспирант должен владеть аппаратами математического анализа, линейной алгебры и реализующим их программно-алгоритмическим обеспечением.

При подготовке к сдаче экзамена рекомендуется пользоваться записями, сделанными на лекционных и практических занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Большое значение для активизации самостоятельной работы обучающихся имеет выполнение расчетно-графических работ (РГР) в аудитории под руководством преподавателя. Это элемент обучения аспирантов, преподаватель отмечает ошибки и дает рекомендации обучающимся.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекционных или практических занятий. Аспиранту рекомендуется:

1) Уяснить и записать вопрос;

2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;

3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки.

4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения аспирант должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.

5) При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

– учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,

– учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,

– методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научный журнал «Academia. Архитектура и строительство».	http://raasn.ru/pub.php?pub=pub1-1
Международный научный журнал “International Journal for Computational Civil and Structural Engineering” (IJCCSE)	http://raasn.ru/pub.php?pub=pub2-1
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Перечень тем по разделам дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Введение в вычислительную математику	«Неустойчивые задачи и алгоритмы» Вопросы для самоконтроля по теме: 1. Определение устойчивой и неустойчивой задачи. 2. Определение устойчивого алгоритма. Примеры. 3. Определение неустойчивого алгоритма. Примеры.
2	Вычислительные методы линейной алгебры	«Обусловленность систем линейных уравнений» Вопросы для самоконтроля по теме: 1. Понятие обусловленности системы уравнений. 2. Пример хорошо обусловленной системы. 3. Пример плохо обусловленной системы.
3	Вычислительные методы математического анализа	«Решение краевой задачи конечно-разностным методом» Вопросы для самоконтроля по теме: 1. Понятие о краевой задаче для обыкновенного дифференциального уравнения. 2. Метод конечных разностей. 3. Сведение краевой задачи к системе линейных уравнений с трехдиагональной матрицей.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине приведён в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Информационные технологии
1	Введение в вычислительную математику	Мультимедийные лекции
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Мультимедийные лекции
3	Вычислительные методы математического анализа	Мультимедийные лекции

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	***Вычислительная математика***

Код направления подготовки	***01.06.01***
Направление подготовки	***Математика и механика***
Наименование ОПОП (направленность)	***Математика и механика***
Год начала реализации ОПОП	***2016***
Уровень образования	***подготовка кадров высшей квалификации***
Форма обучения	***очная, заочная***
Год разработки/обновления	***2017***

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формирование компетенций при изучении дисциплины происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины.

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)		
	1	2	3
УК-1	+	+	+
УК-3	+	+	+
ПК-2.1	+	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине, указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя оценивания)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Устный опрос	Устный опрос	Экзамен	
1	2	3	4	5	6
УК-1	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
УК-3	З2	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ПК-2.1	Н3		+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, используется четырёх балльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений прикладной математики
	Знание современных научных достижений в области математики
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик - умение решать практические задачи, выполнять типовые и нестандартные задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач
	Умение планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач

	Быстрота выполнения научных и научно-образовательных заданий Объём и качество выполненных заданий
	Навыки использования современных методов и технологий научной коммуникации
	Навыки участия в коллективной работе российских и международных исследовательских групп по решению научно-практических и научно-образовательных задач

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся НИУ МГСУ.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения экзамена в 4 семестре.

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вопросы / задания
1	Введение в вычислительную математику	1. Предмет и методы вычислительной математики. Качественные и аналитические методы, методы теории возмущений, численные методы. Примеры. 2. Приближенные числа и действия над ними. Абсолютная и относительная погрешность. 3. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. 4. Понятие алгоритма. Неустойчивые задачи и алгоритмы. 5. Алгоритм вычисления квадратного корня. Пример.
2	Вычислительные методы линейной алгебры	6. Скорость выполнения арифметических операций на ЭВМ. Сравнение числа арифметических операций при решении системы методами Крамера, Гаусса и прогонки. 7. Метод прогонки. 8. Обусловленность систем линейных уравнений. Пример плохой обусловленности. 9. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. 10. Методы простой итерации и Зейделя. Условие диагонального преобладания. 11. Нахождение обратной матрицы. Вычисление определителя. Примеры. 12. Алгоритм нахождения максимального и минимального по модулю собственного значения. Пример.
3	Вычислительные методы математического анализа	13. Исследование нелинейного уравнения. Отделение корней. Условия существования и единственности корня на отрезке. 14. Решение нелинейного уравнения. Метод половинного деления. 15. Решение нелинейного уравнения. Метод итераций. 16. Решение нелинейного уравнения. Метод Ньютона. 17. Решение нелинейного уравнения. Метод хорд и секущих. 18. Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Оценка погрешности.

		19. Численное интегрирование. Формула трапеции. Оценка погрешности. 20. Численное интегрирование. Формула Симпсона. Оценка погрешности. 21. Приближение функций многочленами. Многочлены Тейлора. 22. Интерполяционные многочлены Ньютона и Лагранжа. Погрешность интерполяции. 23. Численное дифференцирование. Оценка погрешности. 24. Метод Рунге уточнения решения и его применение для численного интегрирования и дифференцирования. 25. Приближенное решение дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом. Оценка погрешности. 26. Приближенное решение дифференциальных уравнений второго порядка. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом. 27. Понятие об устойчивости разностных схем. Абсолютно устойчивая схема. Условная устойчивость. Неустойчивые схемы. Примеры. 28. Краевая задача для уравнения второго порядка и ее решение методом конечных разностей. 29. Метод сеток для решения уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. 30. Уравнение теплопроводности и ее решение методом конечных разностей. Явная и неявная разностная схема для уравнения теплопроводности. Устойчивость схем.

Форма обучения – заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вопросы / задания
1	Введение в вычислительную математику	1. Предмет и методы вычислительной математики. Качественные и аналитические методы, методы теории возмущений, численные методы. Примеры. 2. Приближенные числа и действия над ними. Абсолютная и относительная погрешность. 3. Представление чисел в ЭВМ. Виды погрешностей. 4. Понятие алгоритма. Неустойчивые задачи и алгоритмы. 5. Алгоритм вычисления квадратного корня. Пример.
2	Вычислительные методы линейной алгебры	6. Скорость выполнения арифметических операций на ЭВМ. Сравнение числа арифметических операций при решении системы методами Крамера, Гаусса и прогонки. 7. Метод прогонки. 8. Обусловленность систем линейных уравнений. Пример плохой обусловленности. 9. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Выбор начального приближения. Приведение системы к виду, удобному для итераций. 10. Методы простой итерации и Зейделя. Условие диагонального преобладания. 11. Нахождение обратной матрицы. Вычисление определителя. Примеры. 12. Алгоритм нахождения максимального и минимального по модулю собственного значения. Пример.
3	Вычислительные методы математического	13. Исследование нелинейного уравнения. Отделение корней. Условия существования и единственности корня на отрезке. 14. Решение нелинейного уравнения. Метод половинного

	анализа	деления. 15. Решение нелинейного уравнения. Метод итераций. 16. Решение нелинейного уравнения. Метод Ньютона. 17. Решение нелинейного уравнения. Метод хорд и секущих. 18. Численное интегрирование. Формула прямоугольников. Оценка погрешности. 19. Численное интегрирование. Формула трапеции. Оценка погрешности. 20. Численное интегрирование. Формула Симпсона. Оценка погрешности. 21. Приближение функций многочленами. Многочлены Тейлора. 22. Интерполяционные многочлены Ньютона и Лагранжа. Погрешность интерполяции. 23. Численное дифференцирование. Оценка погрешности. 24. Метод Рунге уточнения решения и его применение для численного интегрирования и дифференцирования. 25. Приближенное решение дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом. Оценка погрешности. 26. Приближенное решение дифференциальных уравнений второго порядка. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом. 27. Понятие об устойчивости разностных схем. Абсолютно устойчивая схема. Условная устойчивость. Неустойчивые схемы. Примеры. 28. Краевая задача для уравнения второго порядка и ее решение методом конечных разностей. 29. Метод сеток для решения уравнений в частных производных. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы. 30. Уравнение теплопроводности и ее решение методом конечных разностей. Явная и неявная разностная схема для уравнения теплопроводности. Устойчивость схем.

Тематика курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

3.2. Текущий контроль

Примерные вопросы для устного опроса 1

1. Качественные и аналитические методы вычислительной математики
2. Методы теории возмущений
3. Численные методы. вычислительной математики.
4. Приближенные числа и действия над ними.
5. Абсолютная и относительная погрешность.
6. Метод прогонки.

Примерные вопросы для устного опроса 2

1. Исследование нелинейного уравнения.
2. Отделение корней.
3. Условия существования и единственности корня на отрезке.
4. Методы решения нелинейного уравнения.
5. Метод половинного деления.
6. Методы численного интегрирования.
7. Приближение функций многочленами.

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

Процедура промежуточной аттестации регламентируется Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена в 4 семестре.

Используется четырёх балльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знания З1 З2	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	знает термины и определения	знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно получить их получить и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	знает материал дисциплины в запланированном объёме	обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
	Ответ не дан	дана только часть ответа на вопрос	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены	дан полный, развёрнутый ответ
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической последовательности	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать

	изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно отражают материал.	рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний.
Умения У1 У2	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой	Умеет выполнять практические задания повышенной сложности
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач,
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.	Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены
Навыки Н1 Н2 Н3	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.	Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении сложных заданий
	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника	Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи

4.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта не проводится.

4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме защиты курсовой работы/курсового проекта не проводится.

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	***Вычислительная математика***

Код направления подготовки	***01.06.01***
Направление подготовки	***Математика и механика***
Наименование ОПОП (направленность)	***Математика и механика***
Год начала реализации ОПОП	***2016***
Уровень образования	***подготовка кадров высшей квалификации***
Форма обучения	***очная, заочная***
Год обновления	***2017***

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
Основная литература:				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Вычислительная математика	Бахвалов, Н. С., Лапин А. В., Чижонков Е. В. Численные методы в задачах и упражнениях: учебное пособие для вузов –2-е изд., перераб. и доп. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 240 с.	30	5
Дополнительная литература:				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Вычислительная математика	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: учебное пособие для вузов; Московский государственный ун-т им. М. В. Ломоносова. – 7-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.	50	5
2	Вычислительная математика	Демидович Б.П. Основы вычислительной математики: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 664 с.	20	5
3	Вычислительная математика	Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 336 с.	305	5

Согласовано:

НТБ _____ _____ /_____/

дата *Подпись, ФИО*

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	***Вычислительная математика***

Код направления подготовки	***01.06.01***
Направление подготовки	***Математика и механика***
Наименование ОПОП (направленность)	***Математика и механика***
Год начала реализации ОПОП	***2016***
Уровень образования	***подготовка кадров высшей квалификации***
Форма обучения	***очная, заочная***
Год обновления	***2017***

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№	Наименование раздела дисциплины	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Введение в вычислительную математику	Математическое моделирование. Представление чисел в ЭВМ. Устойчивые и неустойчивые алгоритмы.	Операционная система WINDOWS XP Интернет-браузер Google Chrome Офисный пакет приложений Microsoft Office 2003 MATLAB R2008a	DreamSpark subscription Свободное ПО Open License Платное ПО
2	Вычислительные методы линейной алгебры	Сущность итерационных методов. Нахождение определителя и обратной матрицы. Задача нахождения собственных значений и собственных векторов матрицы.		
3	Вычислительные методы математического анализа	Методы численного интегрирования. Методы решения уравнений в частных производных.		

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	***Вычислительная математика***

Код направления подготовки	***01.06.01***
Направление подготовки	***Математика и механика***
Наименование ОПОП (направленность)	***Математика и механика***
Год начала реализации ОПОП	***2016***
Уровень образования	***подготовка кадров высшей квалификации***
Форма обучения	***очная, заочная***
Год обновления	***2017***

Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине:

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
3	Самостоятельная работа	32 персональных компьютера с конфигурацией: 2,6 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 ``, 48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 ``, 40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2,9 ГГц, HDD 250 Гб, RAM 4 Гб, Video RAM 512 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 ``.	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10, комн. 41)
		29 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17``.	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26, корп. 2, Учебный корпус (Библиотека), комн. 10)