

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.Б.15	Численные методы

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала подготовки ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	ФИО
Доцент	к.т.н., доцент	Харитонов В.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики, Протокол № 12 от 12.05.2017.

Заведующий кафедрой
(руководитель структурного подразделения)

_____ / Осипов Ю.В. /
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 5 от 29.05.2017

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии

_____ / Широкова О.Л. /
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

_____ /
дата

_____ / Беспалов А.Е. /
Подпись, ФИО

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Численные методы» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося в области исследования и решения прикладных задач с использованием компьютера, в том числе для решения следующих задач:

- обучение студентов основным численным методам решения прикладных задач в области строительства;
- формирование навыков и умений при постановке задач вычислительной математики, выборе эффективных алгоритмов, программировании методов, использовании математических пакетов для расчетов, анализе и интерпретации результатов вычислений;
- углубление математического образования, развитие системного восприятия дисциплин, предусмотренных учебным планом направления подготовки 01.03.04 – «Прикладная математика»;
- подготовка студентов к дальнейшему самообразованию и применению полученных знаний в практической и исследовательской деятельности в областях, использующих математические методы и компьютерные технологии, при решении прикладных задач строительной отрасли.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.04 " Прикладная математика " (уровень образования – бакалавриат).

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

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	ОПК-2	Знает современные численные методы и прикладные программные средства	З1
		Умеет применять современные численные методы и современные технологии программирования для решения прикладных задач	У1
		Имеет навыки использования прикладного программного обеспечения, реализующего численные методы	Н1
способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных	ПК-1	Знает стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач численными методами на электронных вычислительных машинах	З2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение		Умеет отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	У2
		Имеет навыки использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач численными методами	Н2
способностью и готовностью продемонстрировать знания современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), способов и механизмов управления данными, принципов организации, состава и схемы работы операционных систем	ПК-3	Знает современные языки программирования	З3
		Умеет использовать способы и механизмы управления данными	У3
		Имеет навыки применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций	Н3
готовностью применять знания и навыки управления информацией	ПК-11	Знает методы и технологии управления информацией	З4
		Умеет применять знания и навыки управления информацией	У4
		Имеет навыки управления информацией	Н4
способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	ПК-12	Умеет самостоятельно изучать новые разделы математики и применять математические знания для решения поставленных задач	У5

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

Дисциплина «Численные методы» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень - бакалавриат), направленность/профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач». Дисциплина является обязательной к изучению

Дисциплина «Численные методы» базируется на знаниях, умениях и навыках приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Программирование на ЭВМ».

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.

Для освоения дисциплины «Численные методы» студент должен:

Знать:

- основы математического анализа и линейной алгебры;
- основные понятия информатики, современные средства вычислительной техники, основы алгоритмического языка и технологии составления программ.

Уметь:

- решать простейшие дифференциальные уравнения;
- работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой, основными офисными приложениями, средами программирования и графическими пакетами;

Иметь навыки:

- элементарных приемов дифференцирования и интегрирования функций;
- работы с матрицами (умножение, транспонирование, нахождение обратной);
- практического использования современных компьютеров для обработки информации.

Дисциплины, для которых дисциплина «Численные методы» является предшествующей:

- «Методы оптимизации»;
 - «Математическое моделирование»;
 - «Прикладные задачи информатики»;
 - «Численно-аналитические методы»;
 - «Вычислительная аэро- и гидродинамика».
- и является дисциплиной по выбору.

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 4 зачетные единицы, 144 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 промежуточно й аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				Самостоя -тельная работа		
				Лекции	Практико- ориентированные занятия			в период теор. обучения	в сессию	
					Лабораторный практикум	Практические практикум	Групповые занятия - комп. практикумы			
1.	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	3	1-8	16		8	8	16	16	РГР
2.	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	3	9-15	14		7	7	14	14	Контрольная работа
3.	Задача линейного программирования . Метод конечных элементов.	3	16-18	6		3	3	6	6	
	Итого:	3	18	36		18	18	36	36	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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
----------	--	---------------------------	--------------------------

1.	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Основные понятия линейной алгебры. Системы линейных алгебраических уравнений. (прямые (метод Гаусса) и итерационные (метод простой итерации, метод Зейделя) методы. Вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы (прямые и итерационные (степенной метод) методы). Численное интегрирование (метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона). Решение нелинейных уравнений (метод перебора, метод половинного деления, метод Ньютона, метод простой итерации). Метод наименьших квадратов.	16
2.	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	Дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее изгиб балки Бернулли. Аппроксимация производных, порядок аппроксимации. Метод конечных разностей. Дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее устойчивость сжатого стержня. Сведение уравнения к алгебраической задаче на собственные значения. Дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее кручение стержня. Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона. Дифференциальное уравнение второго порядка, описывающее изгиб консоли. Сведение уравнения к задаче Коши для системы уравнений первого порядка. Метод Эйлера для решения систем дифференциальных уравнений первого порядка. Задача теплопроводности. Сетка. Узлы сетки. Метод конечных разностей. Устойчивость разностной схемы. Явная и неявная схемы. Условие устойчивости.	14
3.	Задача линейного программирования. Метод конечных элементов.	Задача линейного программирования и ее геометрическая интерпретация. Соответствие между решением системы линейных алгебраических уравнений и минимумом функционала. Решение вариационной задачи методом конечных элементов. Функции формы. Локальные неизвестные. Матрица жесткости и вектор нагрузки.	6
		Итого:	36

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	Определение обратной матрицы методом Гаусса. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	4
3	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	Решение систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
4	Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц.	Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
5	Численное интегрирование.	Численное интегрирование. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
6	Решение нелинейных уравнений.	Решение нелинейных уравнений методом половинного деления и методом Ньютона. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
7	Метод наименьших квадратов.	Построение прямой по методу наименьших квадратов. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
8	Решение краевой задачи методом конечных разностей	Решение краевой задачи для дифференциальных уравнений второго порядка методом конечных разностей на примере сжато изогнутого стержня. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	4
9	Устойчивость сжатого стержня.	Вычисление собственных чисел и векторов для краевой задачи на примере задачи об устойчивости стержня. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
10	Краевая задача для уравнения Пуассона.	Решение краевой задачи для уравнения Пуассона методом конечных разностей. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	4
11	Задача об изгибе консоли (задача Коши).	Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера на примере задачи изгиба консоли. Пример ручного счета. Пример программы на	2

		MATLAB.	
12	Задачи теплопроводности.	Задача теплопроводности. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
13	Задача линейного программирования.	Задача линейного программирования. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	2
14	Метод конечных элементов на примере задачи о прогибе балки.	Метод конечных элементов на примере задачи о прогибе балки. Пример ручного счета. Пример программы на MATLAB.	4
		Итого:	18

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы .

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	Решение системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
2	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.	Определение обратной матрицы методом Гаусса. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	4
3	Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	Решение систем линейных алгебраических уравнений итерационными методами. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
4	Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц.	Вычисление собственных значений и собственных векторов матриц. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
5	Численное интегрирование.	Численное интегрирование. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
6	Решение нелинейных уравнений.	Решение нелинейных уравнений методом половинного деления и методом Ньютона. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
7	Метод наименьших квадратов.	Построение прямой по методу наименьших квадратов. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
8	Решение краевой задачи методом конечных разностей	Решение краевой задачи для дифференциальных уравнений второго порядка методом конечных разностей на примере сжато изогнутого стержня. Пример ручного счета. Пример программы на	4

		Фортране.	
9	Устойчивость сжатого стержня.	Вычисление собственных чисел и векторов для краевой задачи на примере задачи об устойчивости стержня Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
10	Краевая задача для уравнения Пуассона.	Решение краевой задачи для уравнения Пуассона методом конечных разностей. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	4
11	Задача об изгибе консоли (задача Коши).	Решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений методом Эйлера на примере задачи изгиба консоли. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
12	Задачи теплопроводности.	Задача теплопроводности. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
13	Задача линейного программирования.	Задача линейного программирования. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	2
14	Метод конечных элементов на примере задачи о прогибе балки.	Метод конечных элементов на примере задачи о прогибе балки. Пример ручного счета. Пример программы на Фортране.	4
		Итого:	18

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля	16	
		Подготовка к экзамену, сдача экзамена.		16
2	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля	14	
		Подготовка к экзамену, сдача экзамена.		14
3	Задача линейного программирования. Метод конечных элементов	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего	6	

		контроля		
		Подготовка к экзамену, сдача экзамена.		6
		Итого	36	36

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 промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Численно-аналитические методы» 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 студентов преподавателем решаются следующие задачи:

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

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 численно-аналитических методов решения прикладных задач, в частности, в области строительства.

В разделе «Численные методы и алгоритмы линейной алгебры и математического анализа. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Выполнение ручного счета для работ компьютерного практикума №9-15. Программная реализация работ компьютерного практикума №9-15 с использованием математической библиотеки IMSL. Подготовка к контрольным работам 3, 4. Решение простейших задач линейной алгебры с использованием программы Microsoft Excel».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Использование математической библиотеки IMSL.
2. Решение простейших задач линейной алгебры с использованием программы Microsoft Excel.

В разделе «Численные методы решения прикладных задач в области строительства» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки. Численное решение задачи об устойчивости

сжатого стержня. Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона. Численное решение задачи Коши (задачи с начальными условиями). Численное решение задачи теплопроводности. Решение задачи линейного программирования. Метод конечных элементов (МКЭ) (на примере краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения изгиба растянуто-изогнутой балки). Численные подходы к обработке данных эксперимента. Метод наименьших квадратов».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки.
2. Численное решение задачи об устойчивости сжатого стержня.
3. Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона.
4. Численное решение задачи Коши (задачи с начальными условиями).
5. Численное решение задачи теплопроводности.
6. Решение задачи линейного программирования.

Метод конечных элементов (МКЭ) (на примере краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения изгиба растянуто-изогнутой балки). Численные подходы к обработке данных эксперимента

В разделе «Задача линейного программирования. Метод конечных элементов» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Задача линейного программирования и ее геометрическая интерпретация. Метод конечных элементов. Соответствие между решением системы линейных алгебраических уравнений и минимумом функционала. Решение вариационной задачи методом конечных элементов. Функции формы. Локальные неизвестные. Матрица жесткости и вектор нагрузки.».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Задача линейного программирования.
2. Соответствие между решением системы линейных алгебраических уравнений и минимумом функционала.
3. Матрица жесткости и вектор нагрузки.
4. Локальные и глобальные неизвестные
5. Метод конечных элементов.

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

Студент должен владеть навыками решения прикладных задач в области строительства с использованием численно-аналитических методов. При подготовке к сдаче зачета 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.

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

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

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

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) 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 МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
Раздел «Кафедры» на официальном сайте МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

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

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

для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Программная реализация работ № 1-7 с использованием математической библиотеки IMSL. Решение простейших задач линейной алгебры с использованием программы Microsoft Excel. Решение простейших задач линейной алгебры с использованием системы MATLAB.
2	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	Программная реализация работ № 8-12 с использованием математической библиотеки IMSL. Решение прикладных задач с использованием программы Microsoft Excel.
3	Задача линейного программирования. Метод конечных	Программная реализация работ № 13-14 с использованием математической библиотеки IMSL. Решение прикладных задач с использованием

	элементов	программы Microsoft Excel.
--	-----------	----------------------------

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) 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 (модуля)	Информационные технологии
1.	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Визуализация примеров, апробация методик
2.	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	Визуализация примеров, апробация методик
3.	Задача линейного программирования. Метод конечных элементов	Визуализация примеров, апробация методик

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 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 (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.15	Численные методы
Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала подготовки ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

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

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

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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)		
	1	2	3
ОПК-2	+	+	+
ПК-1	+	+	+
ПК-3	+	–	+
ПК-11	+	+	+
ПК-12	–	+	+

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 (модулю), 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 освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Контр. работа	РГР	Экзамен	
1	2	3	4	5	6
ОПК-2	31	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-1	32	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ПК-3	33	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+
ПК-11	34	+	+	+	+
	У4	+	+	+	+
	Н4	+	+	+	+
ПК-12	У5	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	

2.2 Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, защиты курсовых работ/курсовых проектов 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, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов

	Правильность ответов
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

1. *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 в НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения экзамена в 3 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1.	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), матричная запись. Алгоритм прямого хода метода Гаусса. Алгоритм обратного хода метода Гаусса. Вычисление обратной матрицы методом Гаусса. Вычисление определителя матрицы методом Гаусса. Метод простой итерации решения СЛАУ. Достаточный признак сходимости. Метод Зейделя решения СЛАУ. Достаточный признак сходимости. Собственные числа и собственные векторы матрицы. Их связь с характеристическим уравнением. Итерационный метод определения максимального собственного значения и соответствующего собственного вектора. Вычисление минимального собственного значения и соответствующего собственного вектора.

		<p>Обобщенная задача на собственные значения. Связь с обычной постановкой.</p> <p>Решение нелинейного уравнения методом половинного деления.</p> <p>Решение нелинейного уравнения методом Ньютона.</p> <p>Вычисление определенного интеграла методом прямоугольников.</p> <p>Вычисление определенного интеграла методом трапеции.</p> <p>Вычисление определенного интеграла по формуле Симпсона.</p> <p>Метод наименьших квадратов.</p> <p>Метод наименьших квадратов для полинома.</p> <p>Метод наименьших квадратов для прямой.</p>
2.	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	<p>Конечно-разностные отношения и их связь с производными (левая, правая, центральная - первые разности; вторая разность).</p> <p>Порядок аппроксимации производных конечными разностями.</p> <p>Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.</p> <p>Конечно-разностная аппроксимация краевой задачи.</p> <p>Матричное представление краевой задачи по методу конечных разностей. Структура разрешающей матрицы.</p> <p>Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона и ее решение методом конечных разностей.</p> <p>Решение методом Зейделя системы разностных уравнений краевой задачи для уравнения Пуассона.</p> <p>Задача Коши для дифференциального уравнения 1го порядка. Решение методом Эйлера.</p> <p>Задача Коши для дифференциального уравнения 2го порядка. Решение методом Эйлера.</p> <p>Задача Коши для дифференциального уравнения 1го порядка. Решение методом Эйлера с пересчетом.</p> <p>Задача устойчивости стержня. Сведение задачи методом конечных разностей к определению собственных значений и векторов матрицы.</p> <p>Вычисление минимальной критической силы в задаче об устойчивости стержня степенным методом</p> <p>Постановка задачи нестационарной теплопроводности. Начальное и краевые условия. Пространственно-временная область.</p> <p>Явная схема решения задачи теплопроводности. Матричное представление. Условие устойчивости счета.</p> <p>Неявная разностная схема задачи теплопроводности. Матричное представление.</p>
3.	Задача линейного программирования. Метод	Задача линейного программирования. Матричное представление.

	конечных элементов	Графический метод решения задачи линейного программирования для двух переменных. Связь задачи вычисления минимума квадратичного функционала и решения системы линейных уравнений. Пример связи краевой задачи и квадратичного функционала. Конечный элемент. Общий вид функционала на элементе .Локальные неизвестные. Общий вид искомой функции на элементе. Функции формы. Матрица жесткости элемента и вектор нагрузки и их вычисление. Глобальные матрицы жесткости и вектор нагрузки в МКЭ алгоритм их вычисления и общее решение задачи
--	--------------------	--

3.2 Текущий контроль

Контролируется посещение лекционных и практических занятий, выполнение лабораторных и контрольных работ.

Контрольная работа

Примерные темы.

1. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.
2. Вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы.
3. Вычисление определённого интеграла методом трапеции.
4. Решение нелинейного уравнения.
5. Определение оптимальной кривой МНК.
6. Решение краевой задачи методом конечных разностей.
7. Решение задачи устойчивости сжатого стержня.
8. Решение краевой задачи Дирихле для уравнения Пуассона
9. Задача теплопроводности.

.РГР

Примерные темы.

1. Расчёт балки с шарнирным опиранием на прогиб.
2. Расчёт колонны с шарнирным опиранием на устойчивость.
3. Определение прогиба прямоугольной мембраны.
4. Решение задачи теплопроводности методом конечных разностей.
5. Определение оптимального выпуска продукции растворного узла.
6. Расчёт балки методом конечного элемента.

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

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с 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 (модулю) проводится в форме Экзамена в 3 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» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
31	Обучающийся не имеет представления о современных численных методах и прикладных программных средствах	Обучающийся частично знает современные численные методы и прикладные программные средства	Обучающийся знает сущность современных численных методов и прикладных программных средств	Обучающийся твердо знает сущность современных численных методов и прикладных программных средств, в том числе на основе самостоятельной подготовки
У1	Обучающийся не умеет применять современные численные методы и современные технологии программирования для решения прикладных задач	Обучающийся фрагментарно умеет применять современные численные методы и современные технологии программирования для решения прикладных задач	Обучающийся умеет применять современные численные методы и современные технологии программирования для решения прикладных задач	Обучающийся умеет применять современные численные методы и современные технологии программирования для решения прикладных задач в том числе на основе самостоятельной подготовки
Н1	Обучающийся не имеет навыков использования прикладного программного обеспечения, реализующего численные методы	Обучающийся имеет фрагментарные навыки использования прикладного программного обеспечения, реализующего численные методы безопасности	Обучающийся имеет навыки использования прикладного программного обеспечения, реализующего численные методы	Обучающийся имеет устойчивые навыки использования прикладного программного обеспечения, реализующего численные методы, в том числе на основе самостоятельной подготовки

32	Обучающийся не имеет представления о стандартных пакетах прикладных программ для решения практических задач численными методами на электронных вычислительных машинах	Обучающийся частично знает стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач численными методами на электронных вычислительных машинах	Обучающийся знает основные стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач численными методами на электронных вычислительных машинах	Обучающийся твердо знает стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач численными методами на электронных вычислительных машинах в том числе на основе самостоятельной подготовки
У2	Обучающийся не умеет отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	Обучающийся фрагментарно умеет отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	Обучающийся умеет отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	Обучающийся умеет эффективно отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение на основе самостоятельной подготовки
Н2	Обучающийся не имеет навыков использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач численными методами	Обучающийся имеет фрагментарные навыки использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач численными методами	Обучающийся имеет навыки использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач численными методами	Обучающийся имеет устойчивые навыки использования стандартных пакетов прикладных программ для решения практических задач численными методами
33	Обучающийся не имеет представления о современных языках программирования	Обучающийся частично знает современные языки программирования	Обучающийся знает современные языки программирования	Обучающийся твердо знает современные языки программирования, в том числе на основе самостоятельной подготовки
У3	Обучающийся не умеет использовать	Обучающийся фрагментарно умеет	Обучающийся умеет использовать	Обучающийся умеет эффективно использовать

	способы и механизмы управления данными	использовать способы и механизмы управления данными	способы и механизмы управления данными	способы и механизмы управления данными, в том числе на основе самостоятельной подготовки
НЗ	Обучающийся не имеет навыков применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций	Обучающийся имеет фрагментарные навыки применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций	Обучающийся имеет навыки применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций	Обучающийся имеет устойчивые навыки применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций, в том числе на основе самостоятельной подготовки
34	Обучающийся не имеет представления о методах управления информацией	Обучающийся частично знает методы и технологии управления информацией	Обучающийся знает методы и технологии управления информацией	Обучающийся твердо знает методы и технологии управления информацией, в том числе на основе самостоятельной подготовки
У4	Обучающийся не умеет применять знания и навыки управления информацией	Обучающийся фрагментарно умеет применять знания и навыки управления информацией	Обучающийся умеет применять знания и навыки управления информацией	Обучающийся устойчиво умеет применять знания и навыки управления информацией, в том числе на основе самостоятельной подготовки
Н4	Обучающийся не имеет навыков управления информацией	Обучающийся имеет фрагментарные навыки управления информацией	Обучающийся имеет навыки управления информацией	Обучающийся имеет устойчивые навыки управления информацией, в том числе на основе самостоятельной подготовки
У5	Обучающийся не умеет	Обучающийся фрагментарно	Обучающийся умеет	Обучающийся умеет эффективно,

	самостоятельно изучать новые разделы математики и применять математические знания для решения поставленных задач	умеет самостоятельно изучать новые разделы математики и применять математические знания для решения поставленных задач	самостоятельно изучать новые разделы математики и применять математические знания для решения поставленных задач	самостоятельно изучать новые разделы математики и применять математические знания для решения поставленных задач, в том числе на основе самостоятельной подготовки
--	--	--	--	--

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

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

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.15	Численные методы

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала подготовки ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

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.

№ 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
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
1.	Численные методы	Акимов П.А., Кайтуков Т.Б., Мозгалева М.Л., Сидоров В.Н. Строительная информатика. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 432 с.	88	30
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ МГСУ		
2.	Численные методы	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.	50	30
3.	Численные методы	Золотов А.Б., Акимов П.А., Сидоров В.Н., Мозгалева М.Л. Информатика. Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 336 с.	613	30

4.	Численные методы	Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 570 с.	20	30
----	------------------	--	----	----

Согласовано:

НТБ

_____ /
дата

_____ / _____ /
Подпись, ФИО

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.15	Численные методы

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала подготовки ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование стандартного программного обеспечения.	Системы линейных алгебраических уравнений. Вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы Метод наименьших квадратов.	Операционная система Microsoft Windows	DreamSpark subscription
	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли Задача линейного программирования. Метод конечных элементов. Численные методы и алгоритмы линейной алгебры. Элементы программирования и использование	Дифференциальное уравнение второго порядка. Метод конечных разностей. Метод Эйлера для решения систем дифференциальных уравнений первого порядка. Задача теплопроводности Метод	MATLAB	Платное ПО
			Intel Parallel Studio XE Composer Edition for Fortran Windows	Платное ПО

	стандартного программного обеспечения.	наименьших квадратов.		
	Численные методы и алгоритмы решения прикладных задач в строительной отрасли	Метод конечных разностей. Краевая задача Дирихле для уравнения Пуассона..	Watcom Fortran 77	Свободное ПО

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.15	Численные методы

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала подготовки ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

№ 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 для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда.
2	Групповые занятия – компьютерные практикумы, практические занятия	28 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,8 ГГц, HDD 240 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19”.	Помещения для компьютерного практикума: 129337, г. Москва, Ярославское ш, д. 26, 310,312, 417, 418,420, 421,623 КМК
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)