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.ОД.4	Математическое моделирование

Код направления подготовки / специальности	08.06.01
Направление подготовки / специальность	Техника и технологии строительства
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Год начала подготовки ОПОП	2016
Уровень образования	подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	ФИО
Профессор	д.т.н., доцент	Ахметов В.К.
Старший преподаватель	к.т.н.	Афанасьева И.Н.

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 № ____ от _____

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

Согласовано:

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

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование» является углубление уровня освоения компетенций в области математического моделирования систем и процессов предметной области. В том числе:

- знакомство с современным состоянием проблем математического и компьютерного моделирования, основными методами решения задач средствами математического и компьютерного моделирования,
- формирование общих принципов разработки и анализа математических и компьютерных моделей.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 08.06.01 "Техника и технологии строительства " (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 освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	ОПК-2	**Знает** культуру научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	З1
		Умеет проводить на высоком уровне (в том числе культурном) научные исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	У1
		Имеет навыки культурного проведения научных исследований, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	Н1
способностью к профессиональной эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов	ОПК-4	**Знает** основные принципы работы и устройство современного исследовательского оборудования и приборов.	З2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		Умеет создавать реализующее программно-алгоритмическое обеспечение эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов.	У2
		Имеет навыки работы и эксплуатации современного исследовательского оборудования и приборов. (в том числе в части математического моделирования работы конструкций) .	Н2

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

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» (уровень образования - подготовка кадров высшей квалификации), направленность/профиль «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов». Дисциплина является обязательной к изучению.

Дисциплина «Математическое и моделирование» базируется на знаниях, умениях и навыках полученных обучающимися в ходе изучения дисциплин:

- Введение в научную специальность;
- Основы научных исследований и интеллектуальной собственности.

Требования к входным знаниям, умениям обучающихся.

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование» обучающийся должен:

Знать: сопротивление материалов, линейную алгебру; математический анализ.

Уметь: применять аналитические и численные методы для решения математических и технических задач.

Иметь навыки владения прикладным программным обеспечением.

Дисциплина «Математическое моделирование» является завершающей дисциплиной цикла.

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			в период теор. обучения	в сессию	
					Лабораторный практикум	Практические практикум	Групповые занятия - комп. практикумы			
1.	Фундаментальные основы математического моделирования.	4		4		4		40	6	
2.	Численные методы.	4		8		8		42	6	Письменный опрос №1
3.	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	4		4		12		40	6	Письменный опрос №2
	Итого	**4**		***16***		**24**		**122**	**18**	***зачет***

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			в период теор. обучения	в сессию	
					Лабораторный практикум	Практические практикум	Групповые занятия - комп. практикумы			
1.	Фундаментальные основы математического	4		2		2		46	6	

	моделирования.									
2.	Численные методы.	4		4		4		50	6	Письменный опрос №1
3.	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	4		2		6		46	6	Письменный опрос №2
	Итого	**4**		***8***		**12**		**142**	**18**	***зачет***

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 (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	Предмет и задачи дисциплины «Современные технологии компьютерного и математического моделирования». Аналитические и имитационные модели. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, аэродинамике. Законы сохранения. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в строительной механике.	4
2	Численные методы.	Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Учет граничных условий. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.	8
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Вычислительный эксперимент. Особенности задач, характерных для строительной науки и практики. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Пакеты прикладных программ. Классы задач, которые позволяют решать комплексы.	4
		Итого	16

Форма обучения - заочная

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

	(модуля)		
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	Предмет и задачи дисциплины «Современные технологии компьютерного и математического моделирования». Аналитические и имитационные модели. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, аэродинамике. Законы сохранения. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в строительной механике.	2
2	Численные методы.	Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Учет граничных условий. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.	4
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Вычислительный эксперимент. Особенности задач, характерных для строительной науки и практики. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Пакеты прикладных программ. Классы задач, которые позволяют решать комплексы.	2
		Итого	8

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Практические работы

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	Практическая работа № 1 Математическое моделирование при решении задач строительной механики.	4
2	Численные методы.	Практическая работа № 2 Апробация численных методов решения фундаментальных и прикладных задач.	8
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Практическая работа № 3 Апробация комплекса программ математического (компьютерного) моделирования работы строительных конструкций.	12
		Итого	24

Форма обучения –заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	Практическая работа № 1 Математическое моделирование при решении задач строительной механики.	2
2	Численные методы.	Практическая работа № 2 Апробация численных методов решения фундаментальных и прикладных задач.	4
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Практическая работа № 3 Апробация комплекса программ математического (компьютерного) моделирования работы строительных конструкций.	6
		Итого	12

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы

Учебным планом групповые занятия не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

Форма обучения - очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Фундаментальные основы математического моделирования. Численные методы.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля	40	
		Подготовка к сдаче и сдача зачета		6
2	Компьютерное моделирование. Комплексы программ. Фундаментальные основы математического моделирования.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля	42	
		Подготовка к сдаче и сдача зачета		6
3	Численные методы.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля	40	
		Подготовка к сдаче и сдача зачета		6
		Итого	122	18

Форма обучения - заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию

1	Фундаментальные основы математического моделирования. Численные методы.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля Подготовка к сдаче зачета	46	
		Сдача зачета		6
2	Компьютерное моделирование. Комплексы программ. Фундаментальные основы математического моделирования.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля Подготовка к сдаче зачета	50	
		Сдача зачета		6
3	Численные методы.	Самостоятельное изучение. Подготовка к мероприятиям аудиторного текущего контроля Подготовка к сдаче зачета	46	
		Сдача зачета		6
		Итого	142	18

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

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 «Математическое моделирование» 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 обучающихся преподавателем решаются следующие задачи:

1) углублять и расширять их профессиональные знания;
2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
3) научить обучающихся 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 современных аналитических и численных методов решения задач строительной механики.

В разделе «Фундаментальные основы математического моделирования» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Модели динамических систем.

2. Особые точки.
3. Бифуркации.
4. Динамический хаос.
5. Эргодичность и перемешивание.
6. Понятие о самоорганизации.
7. Диссипативные структуры.
8. Режимы с обострением

В разделе «Численные методы» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
2. Численные методы вейвлет-анализа.
3. Экстремальные задачи.
4. Выпуклый анализ.
5. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
6. Выпуклые задачи на минимум.
7. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
8. Задачи на минимакс.
9. Основы вариационного исчисления.
10. Задачи оптимального управления.
11. Принцип максимума.
12. Принцип динамического программирования

В разделе «Компьютерное моделирование» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Алгоритмические языки.
2. Представление о языках программирования высокого уровня.
3. Пакеты прикладных программ

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 технологиями математического (компьютерного) моделирования, численными методами решения фундаментальных и прикладных задач (в том числе в части математического (компьютерного) моделирования работы конструкций) и реализующим программно-алгоритмическим обеспечением.

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 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 (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

Форма обучения – очная, заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с

		обострением.
2	Численные методы.	Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

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

Форма обучения – очная, заочная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии
1.	Фундаментальные основы математического моделирования.	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)	Визуализация примеров, апробация методик
2.	Численные методы.	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)	Визуализация примеров, апробация методик
3.	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)	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 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 (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4	Математическое моделирование

Код направления подготовки / специальности	08.06.01
Направление подготовки / специальность	Техника и технологии строительства
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Год начала подготовки 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

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)		
	1	2	3
ОПК-2	+	+	+
ОПК-4	+	+	+

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

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	
		Письменный опрос (№1,2)	Зачет	
1	2	3	4	5
ОПК-2	З1	+	+	+
	У1	+	+	+
	Н1	+	+	+
ОПК-4	З2	+	+	+
	У2	+	+	+
	Н2	+	+	+
ИТОГО		+	+	

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется бинарная шкала:

Уровень освоения	Оценка
Ниже порогового	Не зачтено
Пороговый	Зачтено

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

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 в НИУ МГСУ.

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения зачёта в 4 семестре (очная и заочная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Фундаментальные основы математического моделирования.	1. Основные принципы математического моделирования. 2. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, аэродинамике. 3. Универсальность математических моделей. 4. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. 5. Вариационные принципы построения математических моделей. 6. Методы исследования математических моделей. Устойчивость.
2	Численные методы.	1. Проверка адекватности математических моделей. 2. Математические модели в научных исследованиях. 3. Математические модели в строительной механике. 4. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. 5. Численное дифференцирование и интегрирование. 6. Численные методы поиска экстремума. 7. Вычислительные методы линейной алгебры. 8. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. 9. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	1. Вычислительный эксперимент. 2. Принципы проведения вычислительного эксперимента. 3. Модель, алгоритм, программа. 4. Пакеты прикладных программ.

3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля.

Письменный опрос №1
Примерные темы.

1. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
2. Вариационные принципы построения математических моделей.
3. Методы исследования математических моделей. Устойчивость.
4. Проверка адекватности математических моделей.
5. Математические модели в строительной механике.
6. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
7. Вычислительные методы линейной алгебры.
8. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
9. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

Письменный опрос №2
Примерные темы.

1. Вычислительный эксперимент.
2. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
3. Модель, алгоритм, программа.
4. Пакеты прикладных программ.

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 форме экзамена/дифференцированного зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачёта не проводится.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме Зачёта в 4 семестре.

Для оценивания знаний, умений и навыков используются критерии, указанные п.2.2.

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
З1 З2	не знает терминов и определений	знает термины и определения
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать

	не знает значительной части материала дисциплины	знает материал дисциплины в запланированном объёме
	Ответ не дан	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены
	допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются несущественные неточности
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.
У1 У2	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.
Н1 Н2	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно

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

Процедура защиты курсовой работы (проекта) определена Положением о курсовом проекте (работе) обучающихся НИУ МГСУ:

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

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4	Математическое моделирование

Код направления подготовки / специальности	08.06.01
Направление подготовки / специальность	Техника и технологии строительства
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Год начала подготовки ОПОП	2016
Уровень образования	подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения	очная, заочная
Год разработки/обновления	2017

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

№ 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	Математическое моделирование	Строительная информатика [Текст]: / П. А. Акимов [и др.]. - Москва : АСВ, 2014. - 432 с.	88	10
2.	Математическое моделирование	Информатика [Текст] : учебник для вузов / А. Б. Золотов [и др.] ; [рец.: Г. Г. Кашеварова, П. П. Гайджуров]. - Москва : Изд-во АСВ, 2013. - 336 с.	165	10
ЭБС				
3.	Математическое моделирование	Карпов В.В. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Карпов В.В., Панин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 176 с.	http://www.iprbookshop.ru/19335	10
Дополнительная литература:				
		НТБ НИУ МГСУ		
4.	Математическое моделирование	Басов К. А. ANSYS для конструкторов – М.: ДМК Пресс, 2016. – 247 с.	10	10

5.	Математическое моделирование	Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов – М.: ИНФРА-М, 2013. – 397 с.	15	10
6.	Математическое моделирование	Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем – М: Юрайт, 2013. – 434 с.	15	10
7.	Математическое моделирование.	Бахвалов Н. С., Лапин А.В., Чижонков Е. В. Численные методы в задачах и упражнениях – М.: БИНОМ, 2012. - 240 с.	30	10

Согласовано:

НТБ _____ _____ /_____/

дата *Подпись, ФИО*

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4	Математическое моделирование

Код направления подготовки / специальности	08.06.01
Направление подготовки / специальность	Техника и технологии строительства
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Год начала подготовки ОПОП	2016
Уровень образования	подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения	очная, заочная
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	Фундаментальные основы математического моделирования.	Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Математические модели в строительной механике.	Операционная система Microsoft Windows;	DreamSpark subscription
			SCAD Office (актуальная версия)	Учебная бесплатная версия
			MATLAB	Платное ПО
2	Численные методы.	Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.	Операционная система Microsoft Windows;	DreamSpark subscription
			SCAD Office (актуальная версия)	Учебная бесплатная версия
			Лира (актуальная версия)	Платное ПО
			MATLAB	Платное ПО

		Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.		
3	Компьютерное моделирование. Комплексы программ.	Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Пакеты прикладных программ. Универсальные программные комплексы для решения задач расчета конструкций и сооружений, аэродинамики, гидродинамики и теплообмена.	Операционная система Microsoft Windows;	DreamSpark subscription
			ANSYS Mechanical (актуальная версия)	Платное ПО
			SCAD Office (актуальная версия)	Учебная бесплатная версия
			Лира (актуальная версия)	Платное ПО
			MATLAB	Платное ПО

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.4	Математическое моделирование

Код направления подготовки / специальности	08.06.01
Направление подготовки / специальность	Техника и технологии строительства
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов
Год начала подготовки ОПОП	2016
Уровень образования	подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения	очная, заочная
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	Практические занятия – компьютерные практикумы	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)