

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.5	Компьютерное моделирование

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

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
Заведующий кафедрой	к.ф.-м.н., доцент	Осипов Ю.В.
Старший преподаватель	к.т.н.	Суворов А.П.
Профессор	д.т.н., академик РААСН, профессор	Акимов П.А.
Профессор	д.т.н., чл.-корр. РААСН, профессор	Белостоцкий А.М.

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 «Компьютерное моделирование» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области компьютерного моделирования, знакомство с многоцелевым программным комплексом ANSYS, предназначенным для решения задач механики деформируемого твердого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса, электромагнетизма, оптимизации, а также связанных задач механики деформируемого твердого тела и теплопереноса, механики деформируемого твердого тела и механики жидкости и газа.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки/специальности «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 оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
способность использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	ОПК-2	Знает современные математические методы и современные прикладные программные средства	31
		Умеет использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства	У1
		Имеет навыки освоения современных технологий программирования	Н1
способность и готовность демонстрировать 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	32
		Умеет использовать способы и механизмы управления данными	У2
		Имеет навыки применения современных языков программирования для решения задач моделирования поведения конструкций	Н2

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовность использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	ПК-9	Знает теоретические основы и технологии компьютерного (математического моделирования)	З3
		Умеет выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	У3
		Имеет навыки использования для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, соответствующий естественнонаучный аппарат	Н3
готовность 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

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

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

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

- Математический анализ;
- Линейная алгебра и аналитическая геометрия;
- Дифференциальные уравнения;
- Уравнения математической физики;
- Методы оптимизации;
- Численные методы;
- Математическое моделирование;
- Программные и аппаратные средства информатики;
- Программирование для ЭВМ;
- Механика материалов;
- Прикладное программное обеспечение;
- Строительная механика;
- Численно-аналитические методы

Для освоения дисциплины «Компьютерное моделирование» обучающийся должен:
Знать:

линейную алгебру; математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, строительную механику, численные и численно-аналитические методы

Уметь:

корректно применять математический аппарат для решения задач

Иметь навыки:

навыки работы с персональным компьютером.

Дисциплина «Компьютерное моделирование» является завершающей.

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

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			Самостоятельная работа			
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения		
1	Основные этапы компьютерного анализа	8	1-2	2				20	1	
2	Построение геометрической модели	8	3-6	4		2	8	20	2	Устный опрос
3	Построение конечноэлементной модели	8	7-10	6		2	8	20	2	Письменный опрос
4	Граничные условия	8	11-12	4		2	6	20	2	Контрольная работа №1
5	Решения задач и анализ результатов расчета.	8	13-16	6		4	12	25	2	Контрольная работа №2

	Итого:		22	10	34	105	9	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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные этапы компьютерного анализа	Обзор возможностей и границ применения метода конечных элементов. Этапы конечноэлементного анализа.	2
2	Построение геометрической модели	Моделирование снизу-вверх в препроцессоре. Импорт деталей из пакетов трехмерного проектирования. Программирование.	4
3	Построение конечноэлементной модели	Характеристика конечных элементов различных типов. Управление качеством сетки. Определение модели материала.	6
4	Граничные условия	Виды граничных условий. Ограничения перемещений. Задание нагрузок.	4
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Выбор типа решателя. Анализ напряженно-деформированного состояния конструкции. Оценка адекватности результатов. Оценка качества сетки.	6
		Итого	22

5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные этапы компьютерного анализа	—	0
2	Построение геометрической модели	Построение конечноэлементной модели трехмерного объекта – моделирование в препроцессоре (точки-линии-поверхности-объемы); импорт трехмерного объекта, управление параметрами импорта и масштабом; создание лог-файлов с помощью программирования.	2
3	Построение конечноэлементной модели	Построение конечноэлементной модели трехмерного объекта – выбор типа элемента для упругой задачи; задание параметров дискретизации, измельчение сетки;	2

		выбор модели материала, задание реальных констант.	
4	Граничные условия	Задание граничных условий для решения задачи – подбор адекватной расчетной схемы; наложение ограничений на перемещения, условия симметрии; задание нагрузки.	2
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Решение задачи оценки напряженно-деформированного состояния конструкции – выбор типа решателя, задание опций; анализ полученных картин распределений напряжений, перемещений и деформаций; оценка адекватности результатов; оценка качества сетки.	4
		Итого	10

5.4. Групповые занятия – компьютерные практикумы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание группового занятия – компьютерного практикума	Кол-во акад. часов
1	Основные этапы компьютерного анализа	—	0
2	Построение геометрической модели	Построение конечноэлементной модели трехмерного объекта – моделирование в препроцессоре (точки-линии-поверхности-объемы); импорт трехмерного объекта, управление параметрами импорта и масштабом; создание лог-файлов с помощью программирования.	8
3	Построение конечноэлементной модели	Построение конечноэлементной модели трехмерного объекта – выбор типа элемента для упругой задачи; задание параметров дискретизации, измельчение сетки; выбор модели материала, задание реальных констант.	8
4	Граничные условия	Задание граничных условий для решения задачи – подбор адекватной расчетной схемы; наложение ограничений на перемещения, условия симметрии; задание нагрузки.	6
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Решение задачи оценки напряженно-деформированного состояния конструкции – выбор типа решателя, задание опций; анализ полученных картин распределений напряжений, перемещений и деформаций; оценка адекватности результатов; оценка качества сетки.	12
		Итого	34

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов
-------	--	-----------------------------	--------------------

			в период теор. обучения	в сессию
1	Основные этапы компьютерного анализа	Изучение материала лекционных, практических и групповых занятий с помощью учебника, учебных пособий, электронных ресурсов	20	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		1
2	Построение геометрической модели	Изучение материала лекционных, практических и групповых занятий с помощью учебника, учебных пособий, электронных ресурсов	20	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		2
3	Построение конечноэлементной модели	Изучение материала лекционных, практических и групповых занятий с помощью учебника, учебных пособий, электронных ресурсов	20	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		2
4	Граничные условия	Изучение материала лекционных, практических и групповых занятий с помощью учебника, учебных пособий, электронных ресурсов	20	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		2
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Изучение материала лекционных, практических и групповых занятий с помощью учебника, учебных пособий, электронных ресурсов	25	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		2
Итого			105	9

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 «Компьютерное 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 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.

На практических и групповых 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 численных и 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/
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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Основные этапы компьютерного анализа	Введение. Роль вычислительных комплексов в расчетах на прочность. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели. Построение математической модели. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости. Плоские (двумерные) задачи. Основные соотношения между напряжениями, деформациями и температурой. Соотношения между деформациями и смещениями. Уравнения равновесия. Граничные условия. Идея и область применения метода конечных элементов. Основные этапы практической реализации метода. Конечные элементы. Построение сетки конечных элементов. Точность расчетов. Практическое применение метода конечных элементов. Программный комплекс ANSYS (Составные части комплекса ANSYS и их назначение. Вход в программу. Основные этапы решения задачи. Препроцессорная подготовка в ANSYS. Выбор координатной системы. Способы построения геометрической модели. Построение сетки. Приложение нагрузок и получение решения. Постпроцессорная обработка в ANSYS. Типы основных файлов, создаваемых и используемых комплексом ANSYS)
2	Построение геометрической модели	Основы работы с препроцессором комплекса ANSYS (Создание поверхностей. Создание объемов. Операции вытягивания и вращения объемов. Операции масштабирования объемов. Операции вычисления геометрических характеристик объектов. Операции переноса геометрических объектов. Операции копирования объектов. Операции зеркального отражения объектов. Операции проверки геометрических объектов. Операции удаления геометрических объектов). Создание геометрической модели в комплексе ANSYS (Операции построения пересечения объектов. Операции объединения объектов. Операции вычитания объектов. Операции разделения объектов. Операции создания общих границ у смежных объектов. Операции создания объектов, имеющих общие границы, на основе частично перекрывающихся объектов). Импорт геометрических моделей в препроцессоре комплекса ANSYS (Импорт

		геометрических моделей в формате IGES и их дальнейшее использование. Импорт геометрических моделей в формате ACIS и Parasolid)
3	Построение конечноэлементной модели	Типы конечных элементов. Стержневой и балочный элементы (Типы конечных элементов. Линейный упругий элемент. Матрица жесткости. Система упругих элементов. Матрица жесткости системы элементов. Стержневой элемент. Матрица жесткости стержневого элемента. Учет распределенной нагрузки). Плоские задачи. Конечные элементы для плоских задач (Функции формы конечных элементов и матрица жесткости. Линейный плоский треугольный элемент. Квадратичный треугольный элемент. Линейный четырехугольный элемент. Преобразование нагрузки. Пластины и оболочки. Основные соотношения теории пластин и оболочек. Основные положения теории тонких пластин. Основные положения теории толстых пластин. Конечные элементы для пластин и оболочек)
4	Граничные условия	Приложение нагрузок в препроцессоре комплекса ANSYS (Операции приложения, изменения и удаления нагрузок – операции приложения нагрузок; операции удаления нагрузок; операции изменения нагрузок. Операции указания опций шага нагрузки)
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Методика работы с комплексом ANSYS при решении статических прочностных задач (Полоса с отверстием. Постановка задачи. Построение модели. Построение сетки. Приложение нагрузок и получение решения. Обработка, печать и сохранение результатов. Примеры: консольная балка, плоский изгиб балки, кручение стержней, температурные напряжения, статический анализ уголкового кронштейна, пространственные задачи, толстостенный цилиндр под действием внутреннего давления, статический анализ изогнутого стержня. Наиболее употребительные команды комплекса ANSYS). Постпроцессоры комплекса ANSYS (Общий постпроцессор POST1. Основные и дополнительные возможности. Постпроцессор обработки данных по времени POST26). Операции настройки изображения

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведен 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	Основные этапы компьютерного анализа	электронные образовательные ресурсы, интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, форумов, применение облачных технологий, визуализация примеров, апробация методик
2	Построение геометрической модели	электронные образовательные ресурсы, интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, форумов, применение облачных технологий, визуализация примеров, апробация методик
3	Построение конечноэлементной модели	электронные образовательные ресурсы, интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, форумов, применение облачных технологий, визуализация примеров, апробация методик
4	Граничные условия	электронные образовательные ресурсы, интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, форумов, применение облачных технологий, визуализация примеров, апробация методик
5	Решения задач и анализ результатов расчета	электронные образовательные ресурсы, интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, форумов, применение облачных технологий, 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.5	Компьютерное моделирование

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
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 (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)				
	1	2	3	4	5
ОПК-2	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+
ПК-9	+	+	+	+	+
ПК-11	+	+	+	+	+

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 оценивания)	Формы оценивания				Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль			Промежуточная аттестация	
		Контрольная работа (1,2)	Письменный опрос	Устный опрос	Зачет	
1	2	3	4	5	10	12
ОПК-2	31	+	+	+	+	+
	У1	+	+		+	+
	Н1	+			+	+
ПК-3	32	+	+	+	+	+
	У2	+	+		+	+
	Н2	+			+	+
ПК-9	33	+	+	+	+	+
	У3	+	+		+	+
	Н3	+			+	+
ПК-11	34	+	+	+	+	+
	У4	+	+		+	+
	Н4	+			+	+
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)

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 8 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Основные этапы компьютерного анализа	Роль вычислительных комплексов в расчетах на прочность. Основные этапы численного исследования прочности конструкций. Построение физической модели. Построение математической модели. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости. Плоские (двумерные) задачи. Основные соотношения между напряжениями, деформациями и температурой. Соотношения между деформациями и смещениями. Уравнения равновесия. Граничные условия. Идея и область применения метода конечных элементов. Основные этапы практической реализации метода. Конечные элементы. Построение сетки конечных элементов. Точность расчетов. Практическое применение метода конечных элементов.

		<p>Программный комплекс ANSYS. Составные части комплекса ANSYS и их назначение. Вход в программу. Основные этапы решения задачи. Препроцессорная подготовка в ANSYS. Выбор координатной системы. Способы построения геометрической модели. Построение сетки. Приложение нагрузок и получение решения. Постпроцессорная обработка в ANSYS. Типы основных файлов, создаваемых и используемых комплексом ANSYS</p>
2	Построение геометрической модели	<p>Создание поверхностей. Создание объемов. Операции вытягивания и вращения объемов. Операции масштабирования объемов. Операции вычисления геометрических характеристик объектов. Операции переноса геометрических объектов. Операции копирования объектов. Операции зеркального отражения объектов. Операции проверки геометрических объектов. Операции удаления геометрических объектов. Операции построения пересечения объектов. Операции объединения объектов. Операции вычитания объектов. Операции разделения объектов. Операции создания общих границ у смежных объектов. Операции создания объектов, имеющих общие границы, на основе частично перекрывающихся объектов. Импорт геометрических моделей в формате IGES и их дальнейшее использование. Импорт геометрических моделей в формате ACIS и Parasolid.</p>
3	Построение конечноэлементной модели	<p>Типы конечных элементов. Линейный упругий элемент. Матрица жесткости. Система упругих элементов. Матрица жесткости системы элементов. Стержневой элемент. Матрица жесткости стержневого элемента. Учет распределенной нагрузки. Плоские задачи. Функции формы конечных элементов и матрица жесткости для плоских задач. Линейный плоский треугольный элемент. Квадратичный треугольный элемент. Линейный четырехугольный элемент. Преобразование нагрузки. Основные соотношения теории пластин и оболочек.</p>

		Основные положения теории тонких пластин. Основные положения теории толстых пластин. Конечные элементы для пластин и оболочек
4	Граничные условия	Приложение нагрузок в программном комплексе ANSYS. Изменение и удаления нагрузок – операции приложения нагрузок; операции удаления нагрузок; операции изменения нагрузок в программном комплексе ANSYS. Операции указания опций шага нагрузки в программном комплексе ANSYS.
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Традиционные методы вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций. Полоса с отверстием. Постановка задачи. Построение модели. Построение сетки. Приложение нагрузок и получение решения. Обработка, печать и сохранение результатов. Аналогичное описание решения следующих задач: консольная балка, плоский изгиб балки, кручение стержней, температурные напряжения, статический анализ уголкового крон-штейна, пространственные задачи, толстостенный цилиндр под действием внутреннего давления, статический анализ изогнутого стержня. Наиболее употребительные команды комплекса ANSYS. Постпроцессоры комплекса ANSYS (Общий постпроцессор POST1. Основные и дополнительные возможности. Постпроцессор обработки данных по времени POST26).

Тематика курсовых работ/курсовых проектов:

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

3.2. Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

Контроль посещения лекционных, практических и групповых занятий, устные и письменные опросы, выполнение контрольных работ.

Типовые контрольные задания мероприятий текущего контроля:

Примерные вопросы к устному опросу

1. Этапы построение математической модели.
2. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости.
3. Идея и область применения метода конечных элементов.
4. Основные этапы практической реализации метода.
5. Конечные элементы.

Примерные вопросы к письменному опросу

1. Типы конечных элементов.

2. Матрица жесткости.
3. Система упругих элементов.
4. Матрица жесткости системы элементов.
5. Стержневой элемент.
6. Матрица жесткости стержневого элемента.
7. Учет распределенной нагрузки.

Контрольная работа №1

Примерные темы.

1. Основные этапы компьютерного анализа.
2. Построение геометрической модели.
3. Построение конечноэлементной модели.
4. Задание граничных условий.

Контрольная работа №2

Примерные темы.

1. Решения задач и анализ результатов расчета.
2. Методика работы с комплексом ANSYS при решении статических прочностных задач.

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/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 8 семестре.

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

Код показателя оценивания	Оценка	
	Не зачтено	Зачтено
31	не знает терминов и определений	знает термины и определения
32	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать
33		
34	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 У3 У4	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 Н3 Н4	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

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.5	Компьютерное моделирование
Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
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 в библиотеке НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		ЭБС АСВ		
1.	Компьютерное моделирование	Басов К.А. ANSYS [Электронный ресурс]: справочник пользователя/ К.А. Басов— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 640 с.	http://www.iprbookshop.ru/63588.html	25
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1.	Компьютерное моделирование	Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: практическое руководство. – М: ЛИБРОКОМ, 2009. – 269 с.	25	25
		ЭБС АСВ		
2.	Компьютерное моделирование	Шаманин А.Ю. Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS: методические рекомендации/ Шаманин А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2012.— 72 с	http://www.iprbookshop.ru/47951.html	25

Согласовано:

НТБ

_____ / _____ /
дата *Подпись, ФИО*

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.5	Компьютерное моделирование

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

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

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Основные этапы компьютерного анализа	Все темы дисциплины «Компьютерное моделирование»	ANSYS MATLAB	Платное ПО (учебная версия) Платное ПО (учебная версия)
2	Построение геометрической модели	Все темы дисциплины «Компьютерное моделирование»	ANSYS MATLAB	Платное ПО (учебная версия) Платное ПО (учебная версия)
3	Построение конечноэлементной модели	Все темы дисциплины «Компьютерное моделирование»	ANSYS MATLAB	Платное ПО (учебная версия) Платное ПО (учебная версия)
4	Граничные условия	Все темы дисциплины «Компьютерное моделирование»	ANSYS MATLAB	Платное ПО (учебная версия) Платное ПО (учебная версия)
5	Решения задач и анализ результатов расчета	Все темы дисциплины «Компьютерное моделирование»	ANSYS MATLAB	Платное ПО (учебная версия) Платное ПО (учебная версия)

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ОД.5	Компьютерное моделирование

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

Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):

№ 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	Групповые 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
4	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)

