

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6.2	Численно-аналитические методы

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	2016

Разработчики:

должность	ученая степень, звание	ФИО
Профессор	Д.т.н. чл.-корр. РААСН, доцент	Акимов П.А.
Профессор	К.т.н., доцент	Мозгалева М.Л.
Доцент	К.т.н., доцент	Кайтуков Т.Б.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (структурного подразделения) «Прикладная математика», Протокол № 1 от 31.08.2016.

Заведующий кафедрой
(руководитель структурного подразделения)

_____ / Осипов Ю.В. /
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № ____ от _____

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 «Численно-аналитические методы» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области применения математических методов к решению инженерных и экономических задач

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего (профессионального) образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки /специальности прикладная математика (уровень образования - бакалавриат) по направлению «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач».

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
готовностью к самостоятельной работе	ОПК-1	Знает разделы дисциплины, освоенные в рамках самостоятельного изучения	З1
		Умеет самостоятельно работать с носителями информации для изучения численно-аналитических методов	У1
		Имеет навыки самостоятельного изучения и апробации численно-аналитических методов	Н1
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	ОПК-2	Знает современные численно-аналитические методы и прикладные программные средства	З2
		Умеет применять современные технологии программирования для решения прикладных задач	У2
		Имеет навыки использования прикладного программного обеспечения, реализующего численно-аналитические методы	Н2
способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнона-	ПК-9	Знает численно-аналитические методы, математический аппарат, используемые для решения прикладных задач	З3
		Умеет выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	У3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели оценивания (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
учный аппарат		Имеет навыки использования современного математического аппарата для решения прикладных задач	НЗ
готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	ПК-10	Знает математические модели, соответствующие рассматриваемым процессам и явлениям	З4
		Умеет применять математический аппарат для решения поставленных задач	У4
		Имеет навыки применения соответствующей процессу математической модели и проверки ее адекватности, проведения анализа результатов моделирования, принятия решения на основе полученных результатов	Н4

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

Дисциплина «Численно-аналитические методы» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению 01.03.04 «Прикладная математика» и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Численно-аналитические методы» базируется на знаниях, умениях и навыках полученных студентами в ходе изучения 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

Требования к входным знаниям, умениям студентов.

Для освоения дисциплины «Численно-аналитические методы» студент должен:

Знать: линейную алгебру; математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, строительную механику, численные методы

Уметь: корректно применять математический аппарат для решения задач.

Владеть: навыками работы с персональным компьютером.

Дисциплина «Численно-аналитические методы» является предшествующей для следующих дисциплин:

- Компьютерное моделирование;
- Вычислительные методы линейной алгебры;
- Теория обобщенных функций с приложениями в технике

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 часа.

(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	в сессию	
1	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	7	1-4	8		8		11	1	
2	Вычисление функций от матриц	7	5-7	6		6		11	1	Контрольная работа №1
3	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	7	8-10	6		6		11	1	
4	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	7	11-14	8		8		11	1	
5	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	7	15-18	8		8		14	1	РГР

	Итого:	7		36		36		58	5	зачет, защита рас- четно- графической работы
--	--------	---	--	----	--	----	--	----	---	--

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 (темы) дисциплины	Содержание занятия	Кол-во акад. часов
1.	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	Введение. Некоторые предварительные построения. Аппроксимация основных неизвестных на конечном элементе. Универсальный алгоритм построения матриц жесткости конечного элемента. Универсальный алгоритм построения вектора нагрузок конечного элемента.	8
2.	Вычисление функций от матриц	Определения функции от матрицы. Понятие о жордановом разложении матрицы. Понятие о жордановой клетке. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы. Понятие о матрице проектирования (проекторе). Некоторые важные примеры приложений.	6
3.	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	Математическая постановка задачи. Основные этапы дискретно-континуального метода решения задачи теплопроводности. Использование жорданова разложения матриц для построения функций от матриц.	6
4.	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	Математическая постановка задачи. Основные этапы дискретно-континуального метода решения задачи. Использование жорданова разложения матриц для построения функций от матриц.	8
5.	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	Введение. Предварительные сведения. Геометрические характеристики сечений. Вычисление геометрических характеристик сечения в виде произвольного многоугольника. Вычисление геометрических характеристик для произвольного сечения.	8
		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	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	Решение задачи о поперечном изгибе балки на упругом основании методом конечных элементов. Программно-алгоритмическая реализация решения задачи (по вариантам). Ручной счет. Верификация и анализ результатов.	8
2	Вычисление функций от матриц	Вычисление функций от матрицы Программно-алгоритмическая реализация решения задачи (по вариантам). Ручной счет. Верификация и анализ результатов.	6
3	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	Численно-аналитическое решение задачи теплопроводности. Программно-алгоритмическая реализация решения задачи (по вариантам). Ручной счет. Верификация и анализ результатов.	6
4	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	Решение задачи о колебаниях балки при ударе. Программно-алгоритмическая реализация решения задачи (по вариантам). Ручной счет. Верификация и анализ результатов.	8
5	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	Вычисление геометрических характеристик сечения. Программно-алгоритмическая реализация решения задачи (по вариантам). Ручной счет. Верификация и анализ результатов.	8
		Итого	36

5.4. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1.	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при реше-	Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о растяжении (сжатии) стержня и задачи о поперечном изгибе балки, в том числе на упругом основании (типа Винклера).	11	1

	нии простейших задач расчета конструкций			
2.	Вычисление функций от матриц	Определения функции от матрицы. Понятие о жордановом разложении матрицы. Понятие о жордановой клетке. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы. Понятие о матрице проектирования (проекторе). Некоторые важные примеры приложений.	11	1
3.	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	Традиционные методы решения задачи теплопроводности. Метод конечных разностей. Явная и неявная схемы. Сходимость и устойчивость. Метод конечных элементов.	11	1
4.	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	Традиционные методы решения задачи о колебаниях балки при ударе. Метод конечных элементов.	11	1
5.	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	Традиционные методы вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций. Элементы теории обобщенных функций.	14	1
		Итого	58	5

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 «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 «Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о растяжении (сжатии) стержня и задачи о поперечном изгибе балки, в том числе на упругом основании (типа Винклера)».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки.
2. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о растяжении (сжатии) стержня.
3. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о поперечном изгибе балки.
4. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о поперечном изгибе балки на упругом основании (типа Винклера).

В разделе «Вычисление функций от матриц» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Определения функции от матрицы. Понятие о жордановом разложении матрицы. Понятие о жордановой клетке. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы. Понятие о матрице проектирования (проекторе). Некоторые важные примеры приложений».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Определения функции от матрицы.
2. Понятие о жордановом разложении матрицы.
3. Понятие о жордановой клетке.
4. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы.
5. Понятие о матрице проектирования (проекторе).
6. Некоторые важные примеры приложений.

В разделе «Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Традиционные методы решения задачи теплопроводности. Метод конечных разностей. Явная и неявная схемы. Сходимость и устойчивость. Метод конечных элементов».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Традиционные методы решения задачи теплопроводности.
2. Метод конечных разностей.
3. Явная и неявная схемы. Сходимость и устойчивость.
4. Метод конечных элементов для решения задачи теплопроводности.

В разделе «Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Традиционные методы решения задачи о колебаниях балки при ударе. Метод конечных элементов».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Традиционные методы решения задачи о колебаниях балки при ударе.
2. Метод конечных элементов для решения задачи о колебаниях балки при ударе.

В разделе «Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Традиционные методы вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций. Элементы теории обобщенных функций».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Традиционные методы вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций.
2. Элементы теории обобщенных функций.

На практических занятиях выполняются практически работы по темам лекционного курса. Часть заданий выносится 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/
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.	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)
2.	Вычисление функций от матриц	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)
3	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)
4	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)
5	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	Реализации в программном комплексе (в рамках тематики лекционных и практических занятий – при наличии)

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.	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	Визуализация примеров, апробация методик
2.	Вычисление функций от матриц	Визуализация примеров, апробация методик
3	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	Визуализация примеров, апробация методик
4	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	Визуализация примеров, апробация методик
5	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	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.ДВ.6.2	Численно-аналитические методы

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	2016

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-1	+	+	+	+	+
ОПК-3	+	+	+	+	+
ПК-9	+	-	+	+	+
ПК-10	+	+	+	+	+

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.

е	н	ц	Показатели	Форма оценивания	е	н	ц
---	---	---	------------	------------------	---	---	---

	освоения (Код показателя оценивания)	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Контр. работа	РГР	Зачет	
1	2	3	4	5	6
	31	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
	32	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
	33	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+
	34	+	+	+	+
	У4	+	+	+	+
	Н4	+	+	+	+
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 вопросов/заданий для проведения зачёта в 7 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вопросы/задания
1.	Универсальный метод построения матриц жесткости и векторов нагрузок конечных элементов при решении простейших задач расчета конструкций	<ol style="list-style-type: none"> Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о растяжении (сжатии) стержня. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о поперечном изгибе балки. Стандартные алгоритмы построения матриц жесткости задачи о поперечном изгибе балки на упругом основании (типа Винклера).
2.	Вычисление функций от матриц	<ol style="list-style-type: none"> Определения функции от матрицы. Понятие о жордановом разложении матрицы. Понятие о жордановой клетке. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы. Понятие о матрице проектирования (проекторе). Некоторые важные примеры приложений.
3.	Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности	<ol style="list-style-type: none"> Традиционные методы решения задачи теплопроводности. Метод конечных разностей. Явная и неявная схемы. Сходимость и устойчивость. Метод конечных элементов для решения задачи теплопроводности.
4.	Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе	<ol style="list-style-type: none"> Традиционные методы решения задачи о колебаниях балки при ударе. Метод конечных элементов для решения задачи о колебаниях балки при ударе.

5.	Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций	<ol style="list-style-type: none"> 1. Традиционные методы вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций. 2. Элементы теории обобщенных функций.
----	--	--

3.2. Текущий контроль

Контролируется посещение практических занятий, выполнение лабораторных и контрольных работ.

Контрольная работа

Примерные темы.

1. Аппроксимация основных неизвестных на конечном элементе.
2. Универсальный алгоритм построения матриц жесткости конечного элемента. Универсальный алгоритм построения вектора нагрузок конечного элемента.
3. Определения функции от матрицы. Понятие о жордановом разложении матрицы. Понятие о жордановой клетке. Понятие о собственных и присоединенных (корневых) векторах матрицы. Понятие о матрице проектирования (проекторе).
4. Некоторые важные примеры приложений функций от матриц.

Расчетно-графическая работа

Примерные темы.

1. Дискретно-континуальный метод решения задачи теплопроводности.
2. Математическая постановка задачи теплопроводности.
3. Основные этапы дискретно-континуального метода решения задачи теплопроводности.
4. Дискретно-континуальный метод решения задачи о колебаниях балки при ударе.
5. Математическая постановка задачи о колебаниях балки при ударе.
6. Основные этапы дискретно-континуального метода решения задачи.
7. Аналитический метод вычисления геометрических характеристик поперечных сечений элементов конструкций, использующий теорию обобщенных функций

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) проводится в форме экзамена (дифференцированного зачёта) в 7 семестре.

Учебным планом Экзамен / Дифференцированный зачет не предусмотрен.

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

Код показа-	Оценка
-------------	--------

теля оцени- вания	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 объеме
	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	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой
У2		Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач
У3		
У4		
	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	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач.
Н2		Решение нестандартных задач представляет для него сложности.
Н3		
Н4	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.ДВ.6.2	Численно-аналитические методы

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	2016

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>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Численно-аналитические методы	Акимов П.А., Кайтуков Т.Б., Мозгалева М.Л., Сидоров В.Н. Строительная информатика. Учебное пособие.– Москва: АСВ, 2014. - 432 с.	88	50
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
2	Численно-аналитические методы	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.	50	50
		ЭБС АСВ		

Согласовано:

НТБ

_____ / _____ /
дата *Подпись, ФИО*

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6.2	Численно-аналитические методы

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	2016

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1	Все разделы дисциплины «Численно-аналитические методы».	Все темы дисциплины «Численно-аналитические методы»	Операционная система Microsoft Windows	DreamSpark subscription
			MATLAB	Платное ПО
			Intel Parallel Studio XE Composer Edition for Fortran Windows	Платное ПО (в части комп. класса 417)
			Watcom Fortran 77	Свободное ПО

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6.2	Численно-аналитические методы

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	2016

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	Самостоятельная работа	Оборудование библиотеки	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 `` . 29 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17 `` .

Комментарии:

В столбце 2 проставляется вид учебного занятия: лекции, практические занятия, лабораторный практикум, самостоятельная работа и т.д.

В столбце 3 указывается оборудование, которое находится на балансе МГСУ. Он заполняется в соответствии с реестром материально-технического обеспечения образовательной деятельности.