Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Политехнический институт

«Кафедра технологии машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ А.Н.Чадин
05 12 2017 г.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Дисциплина по направлению подготовки
08.04.01 Строительство
Профиль подготовки - Промышленное и гражданское строительство

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела
_____ О.Б.Широколобова
05 12 2017 г.

Заведующий КСК
_____ А.С.Вареник

Заведующий КСП
_____ З.М.Хузин

Разработал
заведующий КТМ
_____ Д.А. Филиппов
21 11 2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 3 от 23.11. 2017 г.

Заведующий КТМ
_____ Д.А. Филиппов

1 Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» - сформировать у будущего магистра математические знания, необходимыми для подготовки и осуществления проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности. Приобретение магистрантом знаний и навыков в области математического моделирования процессов в строительной отрасли, построения их математических моделей, по корректному использованию математических методов для решения инженерных задач, в том числе с использованием ЭВМ, и по анализу получаемых результатов.

Задачи УМ:

- изучение приемов исследования и решения математически формализованных задач на нахождение наибольшего и наименьшего значения;
- формирование умения использовать математический аппарат для решения теоретических и прикладных задач;
- углубление навыков практического программирования, навыков работы с математическими моделями;
- формирование приемов и навыков практического исследования математических моделей реальных процессов методами вариационного исчисления;
- приобретение навыков логически правильно мыслить, проводить анализ полученной информации, вести дискуссии по основным проблемам математики.

2 Место дисциплины в структуре ОП направления подготовки

Дисциплина «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» входит в базовую часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (далее - ОП) направления подготовки 08.04.01 – Строительство**,** квалификация – магистр.

Изучение дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» базируется на знаниях и умениях полученных магистрантами при изучении модуля «Математика» на уровне бакалавриата.

Базовые знания, полученные при изучении дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» используются при освоении дисциплин «Проектирование строительных конструкций с использованием программного комплекса SCAD Office» «Спецкурс по строительной механике» и «Проектирование уникальных зданий и сооружений», а также направлены на реализацию междисциплинарных связей, полученных при изучении профессионально значимых элементов предметного содержания, свойственного другим дисциплинам, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» направлен на формирование общепрофессиональных компетенций:

ОПК–4 – способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры.

В результате освоения дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» магистрант должен знать, уметь и владеть (табл.1):

Таблица 1

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК - 4	Базовый	– основные виды уравнений математической физики, их связь с инженерными задачами; – методы решения, основные понятия и методы теории функций комплексной переменной; – методы теории вероятностей и математической статистики; – основные физические законы и их использование в области механики, гидравлики, теплотехники, электричества и т.д. в применении к профессиональной деятельности; – основные положения классической механики, механики сплошных сред; – основные фундаментальные законы природы, законы сохранения; основные положения, принципы постановки задач оптимального управления.	– формулировать физико-математическую постановку задачи; – применять полученные математические знания к решению инженерных и научно-исследовательских задач, переводить их на математический язык, строить математическую модель, выбирать метод решения и анализировать полученный результат; – пользоваться современным программным обеспечением; – проводить моделирование систем управления; – формулировать постановки и решать математическими методами задачи механики сплошных сред, обработки результатов эксперимента, экономики строительства; – применять для решения прикладных задач численные методы линейной алгебры, методы решения краевых задач, вариационные методы, методы математического программирования	– математическим аппаратом для разработки математических моделей процессов и явлений и решения практических задач профессиональной деятельности; – формализации прикладных задач, выбора конкретных методов анализа и синтеза для решения сформулированной задачи, – решения формализованных физико-механических задач, построения алгоритмов, разработки реализующего программного обеспечения, его отладки и тестирования

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Трудоемкость дисциплины

Полная трудоемкость дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» в зачетных единицах и распределение трудоемкости по видам учебной работы и семестрам в академических часах, а также формы текущего семестрового и итогового контроля представлены для дневной формы обучения в таблице 2.

Таблица 2 – Дневная форма обучения

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		1	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	ОПК – 4
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	54	54	
- лекции	18	18	
- практические занятия (семинары)	27	27	
- лабораторные работы	9	9	
- аудиторная СРС	9	9	
- внеаудиторная СРС	162	162	
Аттестация: экзамен	36	36	

Таблица 3 – Заочная форма обучения

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		1	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	ОПК – 4
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	20	20	
- лекции	8	8	
- практические занятия (семинары)	12	12	
- лабораторные работы	-	-	
- аудиторная СРС	-	-	
- внеаудиторная СРС	196	196	
Аттестация: экзамен	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов дисциплины

1. Теория функций комплексной переменной. Дифференцирование и интегрирование функции комплексной переменной. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральные теоремы Коши. Теорема Лиувилля. Функциональные ряды в комплексной области. Аналитические функции, их нули и особые точки. Вычеты, их вычисления и применение. Конформные отображения. Общие теоремы теории конформных отображений. Осуществление конформных отображений различных функций.

2. Уравнения математической физики. Дифференциальные уравнения с частными производными, их виды, Уравнения эллиптического типа, их решение и применение. Уравнения параболического типа, их решение и применение. Метод Фурье решения краевых задач. Метод характеристик (Даламбера). Приближенные и численные методы решения уравнений математической физики. Метод конечных разностей.

3. Математическая статистика. Основные понятия математической статистики. Эмпирическая функция распределения случайных величин. Дисперсия. Статистические оценки и их по-

грешности. Понятие о критериях согласия. Функциональная зависимость и кривые регрессии. Корреляция величин. Принцип максимального правдоподобия. Статистические методы обработки экспериментальных данных.

4. Цель и преимущества математического моделирования. Объекты и их модели. Виды моделей. Этапы математического моделирования. Свойства объектов и моделей. Основные положения классической механики. Законы сохранения. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнение Эйлера. Принцип Даламбера.

5. Понятие математической модели. Последовательность построения и испытания математических моделей, проверка их адекватности. Отражение свойств объекта в математической модели, математический язык их описания. Упрощение математической модели, их проверка и уточнение. Ковариантность. Физико-математическое формулирование поставленной задачи.

6. Существование, множественность и единственность решений. Выбор математических методов решения. Точное и приближенное решение. Вариационные задачи и методы их решения. Сведение задачи к системе линейных алгебраических уравнений, её решение. Метод конечных разностей и метод конечных элементов. Проблема собственных значений. Поиск экстремумов функций и функционалов. Метод Ньютона для решения нелинейных задач. Контроль точности решения. Верификация модели.

7. Вычислительный эксперимент. Предварительное исследование математических моделей. Алгоритмы решения. Программирование и программное обеспечение для решения задач. Уточнение вычислительных моделей.

8. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела. Гипотезы и допущения механики деформируемого твердого тела. Система уравнений, описывающих состояние и равновесие тел. Энергия и её изменения. Формулировка и решение задач статики и динамики твердого тела.

9. Математическое моделирование в задачах механики жидкостей и газов. Математические модели жидкостей и газов. Задачи и их постановка. Уравнение покоя и движения жидкости. Волны в жидкости и газе.

10. Математическое моделирование задачи о поиске оптимального решения. Задачи оптимизации и экономические задачи в строительстве. Линейное программирование. Моделирование функцией цели и неравенствами ограничений. Понятие о нелинейном программировании.

Процесс изучения дисциплины должен включать лабораторный практикум. Аттестация по завершению изучения дисциплины проводится в виде экзамена.

Календарный план, наименование разделов дисциплины с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте дисциплины (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
ЛР1	Вычислительный эксперимент	2
ЛР2	Первичная обработка результатов наблюдений	3
ЛР3	Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	2
ЛР4	Математическое моделирование в задачах строительной механики	2

Рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены методических рекомендациях к лабораторным работам.

4.4. Практические занятия

Темы практических занятий содержатся в приложении Е.

4.5 Организация изучения дисциплины

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Современные проблемы науки и техники» с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

Внеаудиторная СРС включает самостоятельную проработку теоретических вопросов, подготовку к практическим занятиям, подготовку к лабораторным работам.

Аудиторная СРС включает в себя работу со специальной литературой.

Аттестация по завершению изучения дисциплины проводится в виде экзамена.

Календарный план, наименование разделов дисциплины с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте дисциплины (приложение Б).

5 Контроль и оценка качества освоения дисциплины

Контроль качества освоения студентами дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения дисциплины используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; семестровый – по окончании изучения дисциплины.

Оценка качества освоения дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование» осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данной дисциплины, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте дисциплины (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходим компьютерный класс, оборудованный мультимедийными средствами для демонстрации наглядных материалов и презентаций к лекционным и практическим занятиям.

Доступны электронные издания, содержащиеся в электронно-библиотечной системе НовГУ, и Интернет-ресурсах.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование»

Для успешного формирования профессиональных компетенций большое внимание уделяется самостоятельной аудиторной и внеаудиторной работе студентов.

Для успешной самостоятельной работы студенты должны посещать аудиторные занятия, проводимые в виде лекций и практических занятий. Практические занятия в аудиториях имеют целью связать теоретические сведения, сообщаемые на лекциях, с их практическим применением. Во время занятий обычно решаются задачи и рассматриваются примеры, служащие для закрепления и углубления теоретического материала, помогающего магистрантам систематизировать и осмысливать этот материал.

Если магистранты по какой-то причине пропустили аудиторные занятия, то они могут воспользоваться рабочей программой по специальности, в которой по каждому модулю ука- зан, проходимый материал с указанием источника литературы и самостоятельно изучить пропущенную тему. Обобщать и конкретизировать полученные на лекциях и практических занятиях сведения помогают домашние задания. Домашние задания имеют целью научить магистрантов различным приемам и способам решения задач и развивать у них навыки к исследованию и решению комплексных вопросов. Выполнение домашних заданий расчетно-графического характера приучает магистрантов самостоятельно производить инженерные расчеты, позволяет овладеть техникой расчета, приучает пользоваться таблицами и справочниками.

Магистранты должны быть специалистом с глубокими математическими знаниями. Чтобы приобрести эти знания необходимо научиться самостоятельно работать с книгой. Без самостоятельного изучения учебника, учебного пособия невозможно прочное закрепление материала, сообщенного на лекциях и записанного в конспективной форме.

Как работать с учебниками

Читать в учебники надо не все подряд, а, прежде всего те параграфы, которые указаны в программе или преподавателем на лекции. Если при чтении встречаются формулы и выводы, то параллельно с чтением надо делать выводы на бумаге. Следует отметить, что математические книги приходится иногда читать два-три раза, особенно это относится к параграфам, содержащим сложные выводы. В первом чтении обычно удается ознакомиться с основными понятиями, определениями, разбором доказательств теорем, выводов. При повторном чтении отдельные выводы связываются в стройное целое, яснее становится понимание.

Методические рекомендации по практическим занятиям.

Контроль самостоятельной работы магистрантов осуществляется при выполнении практических заданий. Выполнение самостоятельной работы регламентируется технологической картой дисциплины, которую преподаватель доводит до магистрантов на первой лекции. В карте учебно-методического обеспечения указаны сведения о первоисточниках.

При выполнении практических заданий необходимо руководствоваться методическими указаниями к практическим занятиям «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование».

Методические рекомендации по лабораторным работам.

Контроль самостоятельной работы магистрантов осуществляется при выполнении лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ регламентируется технологической картой модуля, которую преподаватель доводит до магистрантов на первой лекции.

Об организации самостоятельной работы

Необходимым условием успешной учебы является ежедневная самостоятельная работа дома. Самостоятельная работа включает в себя систематическую проработку лекций, а также рекомендованной литературы, подготовку к практическим занятиям, выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ. Домашние задания делятся на текущие, подготавливаемые к очередному занятию, и расчетно-графические, на выполнение которых отводится несколько недель (не менее 1 работы).

График контрольных мероприятий по дисциплине, с указанием распределения баллов по видам рейтинга представлен в технологической карте.

Выяснение вопросов, возникающих у магистрантов в ходе изучения курса и при выполнении домашних заданий, рассматриваются на аудиторных самостоятельных занятиях. Помимо индивидуальных консультаций кафедрой проводятся перед зачетами и экзаменами групповые консультации. Для проведения экзаменов учебным планом выделено специальное время – экзаменационная сессия. Допуском к экзамену является выполнение всех самостоятельных и расчетно-графических работ. С экзаменационными вопросами по всему курсу магистрант может ознакомиться в рабочей программе.

В результате изучения материала у студентов должны сформироваться общепрофессиональные компетенции, определенные ФГОС.

Приложение Б

Технологическая карта
учебной дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование»
семестр - 1, ЗЕТ - 6, вид аттестации – ЭКЗ, акад.часов - 216, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
1. Теория функций комплексной переменной.	1-2	2	4	-	0,5	14		
2. Уравнения математической физики.	3-4	2	2	2	0,5	14	ЛР1	62
3. Математическая статистика.	5	1	2	-	1	7		
4. Цель и преимущества математического моделирования.	6	1	2	-	1	7		
5. Понятие математической модели.	7-8	2	4	-	1	14		
6. Существование, множественность и единственность решений.	9-10	2	4	-	1	14		
7. Вычислительный эксперимент.	11-12	2	1	3	1	14	ЛР2	63
8. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.	13-14	2	2	2	1	14	ЛР3	62
9. Математическое моделирование в задачах строительной механики	15-16	2	2	2	1	14	ЛР4	63
10. Математическое моделирование задачи о поиске оптимального решения.	17-18	2	4	-	1	14		
Семестровая аттестация: Экзамен						36	Комплект экзаменационных билетов	50
Итого:		18	27	9	9	162		300

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

- оценка «отлично» - 270-300 баллов;
- оценка «хорошо» - 210-269 баллов;
- оценка «удовлетворительно» - 150-209 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» - менее 150 баллов.

Приложение В

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

учебной дисциплины «Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование»

Направление 08.04.01 Строительство
Формы обучения очная
Курс 1 Семестр 1
Часов**:** всего 216, лекций 18, практ. зан. 27, лаб. раб. 9, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 162
Обеспечивающая кафедра прикладной математики и информатики

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Шипачев В.С. Высшая математика: Учеб. для студентов вузов.-8-е изд., стер.- М.: Высшая школа, 2007.-479 с.	101	
2. Минорский В.П. Сборник задач по высшей математике: Учеб. пособие для втузов.-15- е изд.- М.: Физматлит, 2008.- 336с.:	15	
3. Горев В.В. Математическое моделирование при расчетах и исследованиях строительных конструкций : учеб. пособие для студентов вузов. - М.: Высшая школа, 2006. - 205с.	6	
Учебно-методические издания		
1. Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование. Учебный модуль по направлению подготовки 08.04.01 – Строительство / Сост. Д.А.Филиппов; НовГУ.– В.Новгород, 2017.– 13 с.		
2. Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование: учеб. пособие / Б. Ф. Кирьянов; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2006.- 35 с.	20	
3. Кирьянов Б.Ф. Математическое моделирование на ЭВМ: учеб. пособие / Б.Ф. Кирьянов; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2012.- 143, [1] с.	39	+

Таблица 2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа. Решение типичных и трудных задач : учеб. пособие. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2006. - 604,[1]с.	12	

Таблица 3 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
ЭБС «Лань»	http://elanbook.com.ru	
ЭБС «Знаниум»	http://znanium.com.ru	
Новая электронная библиотека	www.newlibrary.ru	
Общероссийский математический портал	www.mathnet.ru	
Научная электронная библиотека	www.elibrary.ru	
Федеральный портал российского образования	www.edu.ru	
Электронная библиотека учебных материалов	www.nehudlit.ru	

Действительно для учебного года 201__/201__

Зав. кафедрой _____ А.В.Колногоров
_____ _____ 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____ _____ _____
должность подпись расшифровка

Приложение Г

Вопросы для подготовки к теоретическому экзамену

1. Теория функций комплексной переменной.
2. Дифференцирование и интегрирование функции комплексной переменной.
3. Интегрирование функций комплексной переменной. Интегральные теоремы Коши.
4. Теорема Лиувилля. Функциональные ряды в комплексной области.
5. Аналитические функции, их нули и особые точки.
6. Вычеты, их вычисления и применение. Конформные отображения.
7. Общие теоремы теории конформных отображений. Осуществление конформных отображений различных функций.
8. Уравнения математической физики.
9. Дифференциальные уравнения с частными производными, их виды.
10. Уравнения эллиптического типа Метод Фурье решения краевых задач.
11. Метод характеристик (Даламбера). Приближенные и численные методы решения уравнений математической физики. Метод конечных разностей.
12. Математическая статистика. Основные понятия математической статистики.
13. Эмпирическая функция распределения случайных величин. Дисперсия.
14. Статистические оценки и их погрешности.
15. Понятие о критериях согласия. Функциональная зависимость и кривые регрессии.
16. Корреляция величин. Принцип максимального правдоподобия. Статистические методы обработки экспериментальных данных.
17. Цель и преимущества математического моделирования. Объекты и их модели.
18. Виды моделей. Этапы математического моделирования.
19. Свойства объектов и моделей. Основные положения классической механики.
20. Законы сохранения. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского.
21. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнение Эйлера. Принцип Даламбера.
22. Понятие математической модели. Последовательность построения и испытания математических моделей, проверка их адекватности.
23. Отражение свойств объекта в математической модели, математический язык их описания.
24. Упрощение математической модели, их проверка и уточнение. Ковариантность. Физико-математическое формулирование поставленной задачи.
25. Существование, множественность и единственность решений.
26. Выбор математических методов решения. Точное и приближенное решение.
27. Вариационные задачи и методы их решения. Сведение задачи к системе линейных алгебраических уравнений, её решение.
28. Метод конечных разностей и метод конечных элементов.
29. Проблема собственных значений. Поиск экстремумов функций и функционалов.
30. Метод Ньютона для решения нелинейных задач. Контроль точности решения. Верификация модели.
31. Вычислительный эксперимент. Предварительное исследование математических моделей.
32. Алгоритмы решения. Программирование и программное обеспечение для решения задач. Уточнение вычислительных моделей.
33. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела.
34. Гипотезы и допущения механики деформируемого твердого тела.
35. Система уравнений, описывающих состояние и равновесие тел.
36. Энергия и её изменения. Формулировка и решение задач статики и динамики твердого тела.
37. Математическое моделирование в задачах механики жидкостей и газов.

38. Математические модели жидкостей и газов. Задачи и их постановка. Уравнение покоя и движения жидкости. Волны в жидкости и газе.
39. Математическое моделирование задачи о поиске оптимального решения. Задачи оптимизации и экономические задачи в строительстве.
40. Линейное программирование. Моделирование функцией цели и неравенствами ограничений. Понятие о нелинейном программировании.

Приложение Д

Образец экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра технологии машиностроения

Экзаменационный билет № _____

Дисциплина Специальные разделы высшей математики и математическое моделирование

Для направления 08.04.01 - Строительство

1 Математическое моделирование в задачах строительной механики

2 Дифференциальные уравнения с частными производными, их виды

3 Решение задачи.

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой _____

Приложение Е

Темы практических занятий

1. Теория функций комплексной переменной
2. Уравнения математической физики
3. Математическая статистика
4. Цель и преимущества математического моделирования
5. Понятие математической модели
6. Существование, множественность и единственность решений
7. Вычислительный эксперимент
8. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела
9. Математическое моделирование в задачах строительной механики
10. Математическое моделирование задачи о поиске оптимального решения