

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« / / 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **15.04.02 «Технологические машины и оборудование»**

Магистерская программа: **«Машины и агрегаты пищевой промышленности»**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся организационно-управленческой, научно-исследовательской, педагогической и проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 15.04.02. «Технологические машины и оборудование» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- ОК-5: способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
- ОПК-1: способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении;
- ОПК-3: способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа;
- ПК-20: способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- возможные области применения современных компьютерных систем моделирования (ОК-5);
- принципы выбора применяемых моделей и основные этапы построения физико-математических моделей (ОПК-1);
- основные принципы осуществления математического моделирования объектов в свободно-распространяемых системах физико-математического моделирования (ОПК-3);
- основные общенаучные и математические принципы построения физико-математических моделей (ПК-20).

Уметь:

- использовать знания, полученные при работе с используемыми в учебном процессе системами физико-математического моделирования для изучения аналогичных систем (ОК-5);
- выбирать методы моделирования, обеспечивающие необходимую точность и затраты ресурсов для решения поставленных задач (ОПК-1);

- выполнять моделирование тепловых и механических процессов в свободно-распространяемом программном обеспечении, используемом в курсе (ОПК-3);
- формулировать математическое описание процессов, происходящих в моделируемом объекте (ПК-20);

Владеть:

- навыками использования физико-математического моделирования при проектировании технических устройств (ОК-5);
- навыками постановки задач моделирования и выбора необходимых средств для решения поставленных задач (ОПК-1);
- навыками моделирования тепловых и механических процессов свободно-распространяемых системах физико-математического моделирования (ОПК-3);
- навыками формулирования математического описания процессов, происходящих в модели, на основе предварительного анализа (ПК-20).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин В.ДВ.2.2 цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерской программы «Машины и агрегаты пищевой промышленности»,

В соответствии с учебным планом по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа «Машины и агрегаты пищевых производств» дисциплина «Физико-математические методы моделирования в машиностроении» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.1 «Деловой иностранный язык»;
- Б1.Б.6 «Компьютерные технологии в машиностроении»;
- Б1.Б.7 «Математические методы в инженерии»;
- Б1.В.ОД.2 «Проектирование технологического оборудования»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Оптимизация установок высокотехнологичной обработки материалов »;
- Б1.В.ДВ.3.2 «Системный анализ технологических линий»;

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б2.П.1 «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика, педагогическая практика)»
- Б2.П.2 «Преддипломная практика»;
- Б2.У.1 «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»;
- Б3 «Итоговая государственная аттестация».

а также являются базой для подготовки магистерской диссертации и дальнейшей профессиональной деятельности.

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

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.2.2	
Часов (всего) по учебному плану:	252	3 семестр
Трудоёмкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	7	3 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	3 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	-	3 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1, 36	3 семестр
Курсовое проектирование	0,5, 18	3 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	3,5, 126	3 семестр
Экзамен	1, 36	3 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	1,0, 36
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	1,0, 36
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	0,5, 18
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	1,0, 36
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	3,5, 126
Подготовка к экзамену	1,0, 36

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием ответственного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоёмкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	кп	СРС	в т.ч. интеракт.
1	Классификация современных физико-математические методы моделирования в машиностроении.	12	4	-	-	-	8	2
2	Постановка задачи моделирования. Сбор и первичная обработка данных для моде-	28	6	-	4	4	14	2

	лирования. Формализация модели и определение условий однозначности							
3	Теоретические основы моделирования объектов машиностроения методом конечных элементов	82	10	-	16	10	46	6
4	Метод идентификации моделей	40	4	-	4	4	28	2
5	Моделирование и оптимизация технических систем методами линейного программирования	20	6	-	4	-	10	2
6	Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта	34	6	-	8	-	20	4
всего 252 часа по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)			36	-	36	18	126	18

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Классификация современных физико-математические методы моделирования в машиностроении.

Лекция 1 (4 часа) Классификация математических моделей, используемых в машиностроении.

Самостоятельная работа 1 (8 часов).

- Изучение материала лекции 1 (4 часа)
- Сбор информации о современных системах физико-математического моделирования и подготовка соответствующего раздела КП (4 часа).

Текущий контроль:

письменный контроль: проверка конспекта лекции 1.

Тема 2. Постановка задачи моделирования. Сбор и первичная обработка данных для моделирования. Формализация модели и определение условий однозначности

Лекция 2 (6 часа). Сбор и первичная обработка данных для моделирования

Лабораторная работа 1 (2 часа) Методы первичной обработки данных для моделирования

Лабораторная работа 2 (2 часа) Определение условий однозначности для моделей

Самостоятельная работа 2 (14 часов).

- Изучение материала лекции 2 (6 часов)
- Подготовка к лабораторным работам 1 и 2 (4 часа)
- Выполнение раздела курсового проекта «Описание задачи и формализации модели исследуемого объекта». (4 часа)

Текущий контроль:

устный контроль: собеседование на лабораторных работах 1-2

письменный контроль: проверка рабочей тетради

Тема 3. Теоретические основы моделирования объектов машиностроения методом конечных элементов

Лекция 3 (4 часа). Конечно-элементная форма представления дифференциальных уравнений

Лекция 4 (4 часа) Методы решения систем нелинейных уравнений.

Лекция 5 (2 часа) Методы решения систем линейных уравнений.

Лабораторная работа 3 (2 часа) Принципы построения модели методом конечных разностей и конечных элементов

Лабораторная работа 4 (2 часа) Виды элементов конечно-элементной сетки модели

Лабораторная работа 5 (2 часа) Основные методы решения систем нелинейных уравнений

Лабораторная работа 6 (2 часа) Сравнение эффективности применения основных методов решения систем нелинейных уравнений

Лабораторная работа 7 (2 часа) Основные методы решения систем линейных уравнений

Лабораторная работа 8 (2 часа) Сравнение эффективности применения основных методов решения систем уравнений

Лабораторная работа 9 (2 часа) Оптимизация процесса моделирования методом конечных элементов.

Лабораторная работа 10 (2 часа) Использование результатов моделирования для оптимизации изделий машиностроения.

Самостоятельная работа 3 (46 часов).

- Изучение материала лекций 3-5 (10 часов)
- Подготовка к лабораторным работам 3-10 (16 часов)
- Выполнение разделов курсового проекта «Математическое описание метода моделирования», «Моделирование» (10 часов)
- Изучение дополнительного материала по теме «Использование алгоритма Нелдера-Мида для решения систем нелинейных уравнений» (10 часов)

Текущий контроль:

устный контроль: собеседование на лабораторных работах 3-10

письменный контроль: проверка рабочей тетради

Тема 4. Метод идентификации моделей

Лекция 6 (4 часа). Метод идентификации моделей

Лабораторная работа 11 (2 часа). Метод идентификации модели в технологическом аппарате

Лабораторная работа 12 (2 часа). Моделирование технологических систем с использованием набора простых моделей.

Самостоятельная работа 4 (28 часов).

- Изучение материала лекций 6 (4 часа)
- Подготовка к лабораторным работам 11-12 (4 часа)
- Выполнение раздела курсового проекта «Анализ результатов моделирования» (4 часа)
- Изучение дополнительного материала по теме «Организация эксперимента в методе идентификации модели» (16 часов)

Текущий контроль:

устный контроль: собеседование на лабораторных работах 11-12

письменный контроль: проверка рабочей тетради

Тема 5. Моделирование и оптимизация технических систем методами линейного программирования

Лекция 7 (6 часов). Теоретические основы и примеры использования линейного программирования.

Лабораторная работа 13 (2 часа). Моделирование систем методом линейного программирования

Лабораторная работа 14 (2 часа). Оптимизация систем методом линейного программирования

Самостоятельная работа 5 (10 часа).

- Изучение материала лекций 7 (6 часов)
- Подготовка к лабораторным работам 13-14 (4 часа)

Текущий контроль:

устный контроль: собеседование на лабораторных работах 13-14

письменный контроль: проверка рабочей тетради

Тема 6. Моделирование технических систем с применением искусственного интеллекта

Лекция 8 (4 часа). Основы теории нечетких множеств.

Лекция 9 (2 часа). Нечеткие модели и экспертные системы поддержки принятия решения

Лабораторная работа 15 (2 часа). Основы работы с нечеткими множествами

Лабораторная работа 16 (2 часа). Аппроксимация экспериментальных данных с использованием нейронных сетей

Лабораторная работа 17 (2 часа). Элементы проектирования экспертной системы

Лабораторная работа 18 (2 часа). Моделирование с использованием генетических алгоритмов

Самостоятельная работа 6 (20 часов).

- Изучение материала лекций 8-9 (6 часов)
- Подготовка к лабораторная работа 15-18 (8 часов)
- Изучение дополнительного материала по теме «Программное обеспечение для моделирования элементами искусственного интеллекта» (6 часов).

Текущий контроль:

устный контроль: собеседование на лабораторных работах 15-18

письменный контроль: проверка рабочей тетради

Лекционные занятия (в количестве 18 часов) проводятся в интерактивной форме (используются технологии: вводная лекция с постановкой проблемы; объяснительно- иллюстративная форма; «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: демонстрационные слайды лекций.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: общекультурные компетенции ОК-5; общепрофессиональные компетенции ОПК-1, ОПК-3; профессиональные компетенции ПК-20.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциям, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОК-5** «способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в рабочей тетради и курсовом проекте. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – собеседовании в ходе практического занятия.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- знать возможные области применения современных компьютерных систем моделирования;

наличие **умения(й)**:

- использовать знания, полученные при работе с используемыми в учебном процессе системами физико-математического моделирования для изучения аналогичных систем;

присутствие **навыка(ов)**:

- навыками использования физико-математического моделирования при проектировании технических устройств;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОК-5** «способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности» в процессе собеседования на практических занятиях, как формы текущего контроля. На соответствующих практических занятиях студенту задается 2 вопроса из перечня, приведенного в задании на практическое занятие.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-1** «способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в рабочей тетради и курсовом проекте. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – собеседовании в ходе практического занятия.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- знать принципы выбора применяемых моделей и основные этапы построения физико-математических моделей;

наличие **умения(й)**:

- выбирать методы моделирования, обеспечивающие необходимую точность и затраты ресурсов для решения поставленных задач;

присутствие **навыка(ов)**:

- навыками постановки задач моделирования и выбора необходимых средств для решения поставленных задач;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-1** «способность выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении» в процессе собеседования на практических занятиях, как формы текущего контроля. На соответствующих практических занятиях студенту задается 2 вопроса из перечня, приведенного в задании на практическое занятие.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ОПК-3** «способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в рабочей тетради и курсовом проекте. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – собеседовании в ходе практического занятия.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- основные принципы осуществления математического моделирования объектов в свободно-распространяемых системах физико-математического моделирования;

наличие **умения(й)**:

- выполнять моделирование тепловых и механических процессов в свободно-распространяемом программном обеспечении, используемом в курсе;

присутствие **навыка(ов)**:

- навыками моделирования тепловых и механических процессов свободно-распространяемых системах физико-математического моделирования;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3** «способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа» в процессе собеседования на практических занятиях, как формы текущего контроля. На соответствующих практических занятиях студенту задается 2 вопроса из перечня, приведенного в задании на практическое занятие.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ОПК-3** «способность получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных

средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа» в процессе выполнения и защиты курсового проекта:

Базовый уровень	Продвинутый уровень	Эталонный уровень
Математические описание моделируемого явления, включающее уравнение и условия однозначности выполнено правильно. Разбиение тела на конечные элементы выполнено не рационально. Сходимость модели до нужной точности не обеспечено.	Математические описание моделируемого явления, включающее уравнение и условия однозначности выполнено правильно. Разбиение тела на конечные элементы выполнено рационально, но сходимость модели до нужной точности не обеспечено, или происходит слишком медленно.	Математические описание моделируемого явления, включающее уравнение и условия однозначности выполнено правильно. Разбиение тела на конечные элементы соответствует оптимальному сочетанию скорости и точности решения. Решение сходится с достаточной скоростью.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции **ПК-20** «способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в рабочей тетради и курсовом проекте. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – собеседовании в ходе практического занятия.

Принимается во внимание **знание(я)** обучающимися:

- основные общенаучные и математические принципы построения физико-математических моделей;

наличие **умения(й)**:

- формулировать математическое описание процессов, происходящих в моделируемом объекте;

присутствие **навыка(ов)**:

- формулировать математическое описание процессов, происходящих в моделируемом объекте;

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-20** «способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов» в процессе собеседования на практических занятиях, как формы текущего контроля. На соответствующих практических занятиях студенту задается 2 вопроса из перечня, приведенного в задании на практическое занятие.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции **ПК-20** «способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов» в процессе выполнения и защиты курсового проекта:

Базовый уровень	Продвинутый уровень	Эталонный уровень
Пост-процессинг обеспечивает интерпретации результатов. Выводы по результатам моделирования формальный или поверхностный характер.	Результаты моделирования представлены в форме, соответствующей поставленной задаче. Выводы по результатам моделирования носят поверхностный характер.	По результатам моделирования сделаны необходимые выводы по оптимизации проектируемого устройства или процесса.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 3 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Как строится геометрическая модель в задачах линейного программирования?
2. Когда целесообразно использовать симплекс метод при решении задач линейного программирования?

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Каким образом в системе CSC Elmer может быть задано распределение температуры вдоль границы?
2. Как влияет увеличение числа элементов сетки на точность решения?
3. В каких случаях целесообразно увеличивать порядок элементов триангуляционной сетки?

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

1. Каковы основные черты машинной модели?
2. Какие виды критериев оптимизации используются при моделировании технических объектов?
3. Какие базовые операции предусматривает алгоритм Нелдера-Мида?

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, выполнению расчетных заданий и заданий на самостоятельную работу, подготовке, оформлению и защите курсовых проектов (работ), подготовке и проведению экзамена.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. **Аверченков, В.И.** Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - М. : Флинта, 2011. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (13.09.2015).
2. **Ляшков, В.И.** Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики : учебное пособие / В.И. Ляшков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 139 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277818> (13.09.2015).

3. **Гумеров, А.М.** Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014 — Загл. с экрана.
4. **Зализняк, В. Е.** Численные методы. Основы научных вычислений : учебное пособие для бакалавров вузов по спец. ВПО 010501 (010500.62) "Прикладная математика и информатика" / СФУ; В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2012. — 356, [2] с. : ил. — (Бакалавр). — ISBN 978-5-9916-1621-8 : 310.97.

б) дополнительная литература

1. Математическое моделирование сложных физико-химических процессов / А.Н. Чохонелидзе, М.И. Дли, Е.А., Берзин, М.М. Орлов. — Тверь : [Изд-во Тверск.Гос.тех.ун-та], 1999. — 506 с. : ил. — ISBN.
2. **Голубева Н. В.** Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4862 — Загл. с экрана.
3. **Самойлов, Н.А.** Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 169 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=37359 — Загл. с экрана.
4. **Самарский, А.А.** Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс] : монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59285 — Загл. с экрана.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.elmerfem.org/forum> - форум пользователей системы Elmer, содержит много полезной информации по работе с системой и различным аспектам моделирования;
2. <http://www.elmerfem.org/elmerwiki> - справочная информация по некоторым специфическим аспектам моделирования в системе Elmer;
3. <http://odtdocs.ru/astromoiya/18489/index.html> - русскоязычная информация по использованию системы пост-процессинга ParaView для решения прикладных задач исследования.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели, *практические занятия каждую неделю*. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе аудиторной работы на практических занятиях студент заносит в рабочую тетрадь результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, графики, таблицы, расчеты и т.п.).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении лекционных занятий использование систем мультимедиа не предусмотрено.

При проведении практических занятия предусматривается использование свободно-распространяемого (лицензии GPL и LGPL) программного обеспечения:
математической системы wxMaxima
системы FEM-моделирования Elmer
системы пре- и постпроцессинга ParaView
системы 3D-моделирования Salome.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия: аудитория, оснащенная для проведения лекционных занятий — маркерная доска, набор цветных маркеров.

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории А-304, оборудованной персональными ЭВМ с выходом в интернет

Автор
кандидат физико-математических наук, доцент

Л.В. Кончина

Зав. кафедрой ТМО
кандидат технических наук, доцент

М.В. Гончаров

Программа одобрена на заседании кафедры от ТМО от 30.08.2016 года, протокол №1

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ									
Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10