МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.
_____
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Механика многофазных сред Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Губайдуллин Д.А. , Поташев К.А.

Рецензент(ы):
Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. Г.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Губайдуллин Д.А. , gubaidullin@imm.knc.ru ; доцент, д.н. (доцент) Поташев К.А. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , KPotashev@mail.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теория многофазных сред" являются изучение и практическое освоение теоретических основ, необходимых для понимания и расчета движения многофазных сред.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 01.03.03 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина входит в специальную часть профессионального цикла. Для ее освоения нужны базовые знания из курсов механики сплошной среды, теории функций комплексного переменного, линейной алгебры, вариационного исчисления. Получаемые умения и навыки необходимы для решения практических задач течения и тепломассообмена многофазных сред и используются при выполнении магистерских диссертаций по направлению "механика и математическое моделирование".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать пониманием корректности постановок задач
ПК-26 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать владением проблемно-задачной формой представления математических знаний
ПК-3 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением формулировать результат
ПК-32 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением точно представить фундаментальные знания в устной форме
ПК-5 (профессиональные компетенции)	Выпускник должен обладать умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

1. понимать основы и особенности механики многофазных сред
2. обладать теоретическими знаниями о механике многофазных сред
3. ориентироваться в основных положениях механики многофазных сред.

4. приобрести навыки вывода основных уравнений и постановки, решения задач в области механики многофазных сред.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
1.	Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смесей.	8	1-2	4	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергиии.	8	3-6	4	4	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.	8	7-10	4	4	0	Письменное домашнее задание
4.	Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газовзвеси.	8	11-16	4	4	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.	8	1-4	4	4	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи-ческие занятия	Лабора-торные работы	
6.	Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.	8	5-10	4	4	0	Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.	8	11-14	4	4	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			28	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смесей.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Многофазные среды. Основные определения и предположения. Понятие многофазного континуума. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Рассмотрение конкретных математических моделей многофазных сред. Приемы математического описания гомогенных и гетерогенных смесей в диффузионном приближении

Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергиии.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс и импульсов фаз. Работа внутренних сил. Уравнения энергии и притока тепла.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вывод и анализ уравнений сохранения масс и импульсов фаз, уравнений энергии и притока тепла

Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс фаз. Уравнения сохранения импульсов фаз. Влияние объемной концентрации дисперсных частиц на параметры смеси. Эффективная вязкость смеси. Кинетика фазовых переходов, формула Герца-Кундсена-Ленгмюра.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси

Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газовзвеси.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Равновесная и замороженная схемы газовзвесей. Время скоростной межфазной релаксации.Полдисперсные газовзвеси

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач межфазового взаимодействия в газовзвесях. Учет полдисперсности газовзвесей

Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение задач тепло- и массообмена капли в акустическом поле.

Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейная теория распространения слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Дисперсионные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Динамика импульсных волн. Расчет структур ударных волн сжатия.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет структур ударных волн сжатия в линейной теории распространения слабых возмущений.

Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Метод усреднения дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Решение дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц методом усреднения.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел дисциплины	Се-мест	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
1.	Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смесей.	8	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Се-мест р	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
2.	Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергиии.	8	3-6	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.	8	7-10	подготовка домашнего задания	8	домаш-нее задание
4.	Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газовзвеси.	8	11-16	подготовка к контрольной работе	8	контроль-ная работа
5.	Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.	8	1-4	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Се-мест р	Неде-ля семе стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самосто-ятельной работы
6.	Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.	8	5-10	подготовка домашнего задания	10	домаш-нее задание
7.	Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.	8	11-14	подготовка к контрольной работе	10	контроль-ная работа
	Итого				52	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции с применением средств мультимедиа, самостоятельная работа (программирование) с использованием учебного пособия по курсу МГЭ, лабораторные занятия, контрольные работы, зачет, экзамен. В течение семестра студенты решают набор модельных задач, указанных преподавателем к каждому лабораторному занятию. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на лабораторных занятиях).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Многофазные среды. Многофазный континуум. Гомогенные и гетерогенные смесей.

устный опрос , примерные вопросы:

Что такое многофазные среды? Основные определения и предположения. Понятие многофазного континуума. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение.

Тема 2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс, импульсов фаз и энергиии.

устный опрос , примерные вопросы:

Какова структура уравнений движения гетерогенной среды с фазовыми переходами? Записать на доске уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Дать математическое описание работы внутренних сил. Что выражают уравнения энергии и притока тепла? Поверхности разрыва. Термодинамика гетерогенной смеси с фазовыми переходами. Равновесная смесь двух сред. Привести примеры газовзвеси и жидкости с пузырьками газа.

Тема 3. Гидромеханика монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Уравнения сохранения масс и импульсов фаз. Объемная концентрация дисперсных частиц и параметры смеси.

домашнее задание , примерные вопросы:

Изучить уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Знать основные предположения теории. Выписать уравнения сохранения масс фаз, сохранения масс на межфазовой границе, сохранения импульсов фаз. Записать силу действующую на одиночное включение со стороны несущей фазы. Влияние объемной концентрации дисперсных частиц на эффективную вязкость смеси. Уравнения состояния. Уравнения термодинамического равновесия дисперсной смеси. Кинетика фазовых переходов, формула Герца-Кундсена-Ленгмюра.

Тема 4. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Время скоростной межфазной релаксации. Полдисперсные газовзвеси.

контрольная работа , примерные вопросы:

Уравнения гидромеханики монодисперсной смеси идеального газа с каплями или частицами (газовзвесей). Уравнения сохранения, совместного деформирования и состояния фаз. Математическое моделирование межфазового взаимодействие в газовзвеси. Равновесная и замороженная схемы газовзвесей. Время скоростной межфазной релаксации. Учет полдисперсности газовзвесей.

Тема 5. Нестационарный тепло- и массообмен около частицы или капли в акустическом поле. Предельные процессы.

устный опрос , примерные вопросы:

Обтекание твердой сферы. Вращение сферической частицы. Влияние непоступательности потока вдали частицы. Влияние радиального движения около сферы. Нестационарные эффекты силового взаимодействия фаз. Обтекание капли. Внутренне движение и деформация капель. Устойчивость сферических межфазовых границ. Дробление капель в газовых потоках. Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.

Тема 6. Линейная теория слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Дисперсионные зависимости. Волновое число, частота, фазовая скорость, декремент затухания. Импульсные волны.

домашнее задание , примерные вопросы:

Характерные параметры распространения слабых возмущений в полидисперсных. Линеаризованные уравнения движения и состояния. Дисперсные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Схема ударно волнового эксперимента для исследования волн в газовзвесях. Структура стационарных ударных волн в газовзвесях и паро-капельных средах. Уравнения стационарного одномерного движения. Равновесные параметры за волной. Исследования поля интегральных кривых одномерного стационарного течения газовзвеси. Расчет структур ударных волн сжатия. Особенности структуры ударной волны. Нестационарные волновые течения газовзвеси. Метод численного интегрирования уравнений. Распад произвольного разрыва давления и течения в ударной трубе. Отражение ударной волны от неподвижной стенки. О разлете слоев жидкости под действием взрывных волн. Разлет слоя дисперсных частиц под действием взрыва.

Тема 7. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях.

контрольная работа , примерные вопросы:

Постановка задачи нелинейных колебаний дисперсных систем. Метод усреднения решения дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц. Вибрационные движения частиц в плоской стоячей волне. Вибрационное движение частиц в плоской бегущей волне. Эффект группирования дисперсных частиц.

Итоговая форма контроля

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

1. Многофазные среды. Основные определения и предположения. Понятие многофазного континуума. Особенности описания гомогенных и гетерогенных смесей. Диффузионное приближение.
2. Уравнение движения гетерогенной среды с фазовыми переходами. Уравнение сохранения масс и импульсов фаз. Работа внутренних сил. Уравнения энергии и притока тепла.
3. Поверхности разрыва. Термодинамика гетерогенной смеси с фазовыми переходами. Равновесная смесь двух сред. Примеры газовзвеси и жидкости с пузырьками газа.
4. Уравнения гидромеханики монодисперсной бесстолкновительно дисперсной смеси. Основные предположения. Уравнения сохранения масс фаз. Уравнения сохранения масс на межфазовой границе. Уравнения сохранения импульсов фаз. Сила действующая на одиночное включение со стороны несущей фазы. Влияние объемной концентрации дисперсных частиц на параметры смеси. Эффективная вязкость смеси.
5. Уравнение энергии фаз. Межфазовая работа и теплообмен. Уравнения притока тепла фаз. Уравнения состояния. Уравнения термодинамического равновесия дисперсной смеси. Кинетика фазовых переходов, формула Герца-Кундсена-Ленгмюра.
6. Уравнения гидромеханики монодисперсной смеси идеального газа с каплями или частицами (газовзвесей). Уравнения сохранения, совместного деформирования и состояния фаз.
7. Межфазовое взаимодействие в газовзвеси. Равновесная и замороженная схемы газовзвесей. Время скоростной межфазной релаксации. Учет полдисперсности газовзвесей.
8. Обтекание твердой сферы. Вращение сферической частицы. Влияние непоступательности потока вдали частицы. Влияние радиального движения около сферы. Нестационарные эффекты силового взаимодействия фаз.
9. Обтекание капли. Внутренне движение и деформация капель. Устойчивость сферических межфазовых границ. Дробление капель в газовых потоках.
10. Тепло- и массообмен около частицы или капли. Эффекты нестационарного тепло- и массообмена капли в акустическом поле. Предельные процессы при фиксированных условиях вдали от капли.
11. Линейная теория распространения слабых возмущений в монодисперсных газовзвесях. Линеаризированные уравнения движения и состояния. Межфазное взаимодействие. Характерные времена межфазного взаимодействия.
12. Дисперсионные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты. Прямое и обратное преобразование Фурье. Динамика импульсных волн.
13. Линейная теория распространения слабых возмущений в полидисперсных газовзвесях. Характерные параметры. Линеаризованные уравнения движения и состояния. Дисперсные зависимости. Асимптотики комплексного волнового числа. Зависимости фазовой скорости и декремента затухания от частоты.
14. Схема ударно волнового эксперимента для исследования волн в газовзвесях. Структура

стационарных ударных волн в газовзвесях и паро-капельных средах. Уравнения стационарного одномерного движения.
15. Равновесные параметры за волной. Исследования поля интегральных кривых одномерного стационарного течения газовзвеси. Расчет структур ударных волн сжатия. Особенности структуры ударной волны.
16. Нестационарные волновые течения газовзвеси. Метод численного интегрирования уравнений. Распад произвольного разрыва давления и течения в ударной трубе.
17. Отражение ударной волны от неподвижной стенки. О разлете слоев жидкости под действием взрывных волн. Разлет слоя дисперсных частиц под действием взрыва.
18. Динамика взвешенных частиц при вибрационном воздействии в акустических полях. Постановка задачи нелинейных колебаний дисперсных систем.
19. Метод усреднения решения дифференциальных уравнений движения дисперсных частиц.
20. Вибрационные движения частиц в плоской стоячей волне. Вибрационное движение частиц в плоской бегущей волне. Эффект группирования дисперсных частиц.

7.1. Основная литература:

1. Марон, В.И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах : учебное пособие / В.И. Марон. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-1235-8. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/3189

2. Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости: учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 64 с. - ISBN 978-5-8114-1554-0. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/44842

7.2. Дополнительная литература:

1. Новиков, И.И. Термодинамика : учебное пособие / И.И. Новиков. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 592 с. - ISBN 978-5-8114-0987-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/286

2. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: Интерконтакт Наука, 2008. - 174 с. - URL: http://znanium.com/catalog/product/345214

3. Климов Г.К. Науки о Земле: Учебное пособие / Г.К. Климов, А.И. Климова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 390 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-005148-2 - URL: http://znanium.com/catalog/product/237608

7.3. Интернет-ресурсы:

А.А.Самарский, Е.С.Николаев. Методы решения сеточных уравнений - http://eknigi.org/estestvennye_nauki/146927-metody-resheniya-setochnyx-uravnenij.html

Бесплатная электронная библиотека. А.А. Самарский, А.В. Гулин, Численные методы - http://www.mat.net.ua/mat/Gulin-Chislennie-metodi.htm

Научная электронная библиотека - http://elibrary.ru/

Реферативная база научной информации - http://www.scopus.com/home.url

Электронные ресурсы издательства - http://link.springer.com/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Механика многофазных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, компьютерный класс с установленным пакетом МАТЕМАТИКА 7.0 с возможностью многопользовательской работы и централизованного администрирования.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):
Губайдуллин Д.А. _____
Поташев К.А. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Коноплев Ю.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.