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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент Б3.Б.11

Направление подготовки: 010800.62 - Механика и математическое моделирование
Профиль подготовки: Общий профиль
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Марданов Р.Ф. , Поташев К.А. , Нуриев А.Н.

Рецензент(ы):

Выборнов В.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 81723115

Казань
2014

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) доцент, к.н. (доцент) Марданов Р.Ф. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , Renat.Mardanov@kpfu.ru ; Нуриев А.Н. , Artem.Nuriev@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Поташев К.А. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , KPotashev@mail.ru

1. Цели освоения дисциплины

Изучить основы экспериментальных методов гидравлики и аэродинамики.

Получить навыки компьютерного моделирования и проведения вычислительного эксперимента в задачах механики и физики.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.11 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.62 Механика и математическое моделирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3, 4 курсах, 5, 6, 7 семестры.

Данная учебная дисциплина входит в раздел Б.3. Профессиональный цикл. Базовая часть.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в средней общеобразовательной школе, а также в процессе введения в профильную подготовку "Механика жидкости, газа и плазмы". При изучении этой дисциплины студенты ознакомиться с назначением и конструкцией аэродинамических труб малых скоростей, приборами для проведения гидравлического и аэродинамического эксперимента, принципами проведения эксперимента в гидросистемах и аэротрубах, приобретут навыки обработки и анализа данных, полученных в результате экспериментов, освоят основные алгоритмы компьютерной обработки данных: поиска, сортировки, итерационные алгоритмы, приобретут навыки применения наиболее распространенных математических моделей и численных процедур к решению типовых задач механики и физики, навыки реализации алгоритмов этих процедур в виде компьютерных программ, визуализации и анализа результатов числовых расчетов, получат представление об основах компьютерного моделирования

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-12 (общекультурные компетенции)	обладать способностью активно использовать компьютер в профессиональной и социально-бытовой сфере
ОК-6 (общекультурные компетенции)	обладать умением активно использовать базовые знания в области гуманитарных и естественных наук в профессиональной деятельности
ОК-8 (общекультурные компетенции)	обладать способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-9 (общекультурные компетенции)	обладать способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственных интересов и приоритетов

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-23 (профессиональные компетенции)	владеть методами математического и алгоритмического моделирования при решении задач механики
ПК-25 (профессиональные компетенции)	владеть методом физического моделирования при анализе проблем механики
ПК-3 (профессиональные компетенции)	обладать умением формулировать результат
ПК-33 (профессиональные компетенции)	владениеть основами педагогического мастерства
ПК-5 (профессиональные компетенции)	обладать умением на основе анализа увидеть и корректно сформулировать результат

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- назначение и конструкцию аэродинамических труб малых скоростей;
- назначение и конструкцию приборов для проведения гидравлического и аэродинамического эксперимента;
- основные законы гидравлики;
- методики измерений основных физических характеристик процессов течения жидкости и газа;
- основные алгоритмы компьютерной обработки результатов экспериментальных измерений: поиска, сортировки, итерационные алгоритмы, наиболее распространенные математические модели и численные процедуры решения типовых задач механики и физики.

2. должен уметь:

- проводить эксперимент в гидросистемах и аэротрубах;
- пользоваться соответствующими измерительными приборами;
- проводить наблюдения и выполнять замеры с максимально допустимой точностью;
- с помощью соответствующих приборов измерять основные физические характеристики жидкостей;
- при выполнении вычислительного эксперимента корректно ставить задачу, подбирать адекватную математическую модель изучаемого явления, сводить поставленную проблему к вычислительной задаче.

3. должен владеть:

- основными современными представлениями и терминологией прикладной аэрогидромеханики;
- методиками измерения основных физических характеристик жидкостей;
- методиками измерения основных параметров процессов течения жидкости и газа;
- навыками сбора, обработки и анализа экспериментальных данных;
- навыками составления числовых алгоритмов и их реализации в виде компьютерных программ, визуализации и анализа результатов числовых расчетов.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применения полученных знаний на практике при проведении натурного эксперимента или выполнении компьютерного моделирования

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) 324 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; зачет в 6 семестре; зачет в 7 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физические свойства жидкости. Приборы для измерения давления.	5	1-3	0	0	10	
2.	Тема 2. Потери напора по длине. Местные потери напора.	5	4-6	0	0	15	устный опрос
3.	Тема 3. Диаграмма уравнения Бернулли. Режимы течения жидкости.	5	7-9	0	0	15	устный опрос
4.	Тема 4. Сила воздействия свободной незатопленной струи на преграду.	5	10-12	0	0	15	устный опрос
5.	Тема 5. Обтекание круглого цилиндра дозвуковым воздушным потоком. Обтекание крылового профиля дозвуковым воздушным потоком.	5	13-15	0	0	17	отчет устный опрос
6.	Тема 6. Начальный и стабилизированный участок течения в трубе.	6	1-3	0	0	10	устный опрос
7.	Тема 7. Течение в диффузорах.	6	4-6	0	0	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Расчет площади и положения центра тяжести плоского тела	6	7-8	0	0	16	отчет
9.	Тема 9. Расчет напряженного состояния ферменной конструкции	6	9-10	0	0	16	отчет
10.	Тема 10. Меделирование движения твердого тела	6	11-13	0	0	20	отчет
11.	Тема 11. Расчет одномерной нестационарной задачи теплопроводности	7	1-4	0	0	16	отчет
12.	Тема 12. Расчет двумерной нестационарной задачи теплопроводности	7	5-8	0	0	17	отчет
13.	Тема 13. Расчет двумерной стационарной задачи теплопроводности	7	9-13	0	0	17	отчет
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	194	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Физические свойства жидкости. Приборы для измерения давления.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Освоение техники измерения плотности, теплового расширения, вязкости и поверхностного натяжения жидкостей. Изучение устройства и принципа действия жидкостных приборов для измерения давления. Приобретение навыков по измерению гидростатического давления жидкостными приборами.

Тема 2. Потери напора по длине. Местные потери напора.

лабораторная работа (15 часа(ов)):

Освоение экспериментального и расчетного способов определения потерь напора на трение по длине. Определение опытным путем потерь напора на преодоление местных сопротивлений и сравнение их с рассчитанными по инженерным формулам.

Тема 3. Диаграмма уравнения Бернулли. Режимы течения жидкости.

лабораторная работа (15 часа(ов)):

Опытное подтверждение уравнения Бернулли (понижения механической энергии по течению и перехода потенциальной энергии в кинетическую и обратно). Наблюдение потоков жидкости с различной структурой и выявление факторов, влияющих на структуру. Освоение расчетного метода определения режима течения.

Тема 4. Сила воздействия свободной незатопленной струи на преграду.

лабораторная работа (15 часа(ов)):

Опытная иллюстрация зависимости, определяющей силу, с которой свободная струя жидкости воздействует на твердую преграду.

Тема 5. Обтекание круглого цилиндра дозвуковым воздушным потоком. Обтекание крылового профиля дозвуковым воздушным потоком.

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Экспериментальное определение давлений в точках поверхности цилиндра (крылового профиля), построение полярной диаграммы и сопоставление ее с аналогичной диаграммой, построенной по формулам теории потенциального (безвихревого) обтекания.

Тема 6. Начальный и стабилизированный участок течения в трубе.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Экспериментальное исследование структуры течения на начальном участке потока в трубе с измерением профилей скоростей в различных сечениях на участке трубы, достаточном для стабилизации потока.

Тема 7. Течение в диффузорах.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Экспериментальное изучение внутренней структуры течения в диффузоре. Наблюдение отрыва пограничного слоя.

Тема 8. Расчет площади и положения центра тяжести плоского тела

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Формулы вычисления площади и положения центра тяжести плоского тела. Численные методы вычисления двумерных интегралов. Учет формы двумерной области при вычислении двумерного интеграла. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы.

Тема 9. Расчет напряженного состояния ферменной конструкции

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Система уравнений статики для расчета напряженного состояния ферменной конструкции. Сведение задачи к системе линейных алгебраических уравнений. Численные методы решения системы линейных алгебраических уравнений. Методика определения предельно допустимой нагрузки сведением к нелинейному алгебраическому уравнению. Методы половинного деления и Ньютона решения нелинейного алгебраического уравнения. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы.

Тема 10. Меделирование движения твердого тела

лабораторная работа (20 часа(ов)):

Система дифференциальных уравнений движения твердого тела. Понижение порядка уравнений, сведение системы уравнений к виду, удобному для численного интегрирования. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений: метод Эйлера первого порядка, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге -Кутта. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы. Тестирование решения на предмет выполнения законов сохранения и сравнение с аналитическими решениями в частных случаях.

Тема 11. Расчет одномерной нестационарной задачи теплопроводности

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Одномерные стационарное и нестационарное уравнения теплопроводности. Аналитическое решение стационарного уравнения теплопроводности. Разностная схема численного решения нестационарного уравнения теплопроводности - дифференциального уравнения в частных производных. Метод установления. Проверка условия устойчивости. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы. Сравнение решений двумя методами.

Тема 12. Расчет двумерной нестационарной задачи теплопроводности

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Численная разностная схема апроксимации двумерного нестационарного уравнения теплопроводности - дифференциального уравнения в частных производных. Учет граничных условий. Методика решения методом установления. Проверка условия устойчивости. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы.

Тема 13. Расчет двумерной стационарной задачи теплопроводности

лабораторная работа (17 часа(ов)):

Сведение двумерной стационарной задачи теплопроводности к решению уравнения Лапласа. Простейшие частные решения уравнения Лапласа. Суперпозиция решений. Панельный метод решения уравнения Лапласа. Сведение задачи к решению системы линейных алгебраических уравнений. Вычисление коэффициентов матрицы системы путем численного вычисления интегралов вдоль линий. Вычисление особых интегралов. Разработка вычислительного алгоритма и составление расчетной программы. Сравнение с установившимся решением нестационарной задачи теплопроводности.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Потери напора по длине. Местные потери напора.	5	4-6	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
3.	Тема 3. Диаграмма уравнения Бернулли. Режимы течения жидкости.	5	7-9	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Сила воздействия свободной незатопленной струи на преграду.	5	10-12	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Обтекание круглого цилиндра дозвуковым воздушным потоком. Обтекание крылового профиля дозвуковым воздушным потоком.	5	13-15	подготовка к отчету	6	отчет
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Начальный и стабилизированный участок течения в трубе.	6	1-3	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
7.	Тема 7. Течение в диффузорах.	6	4-6	подготовка к устному опросу	5	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Расчет площади и положения центра тяжести плоского тела	6	7-8	подготовка к отчету	12	отчет
9.	Тема 9. Расчет напряженного состояния ферменной конструкции	6	9-10	подготовка к отчету	12	отчет
10.	Тема 10. Меделирование движения твердого тела	6	11-13	подготовка к отчету	14	отчет
11.	Тема 11. Расчет одномерной нестационарной задачи теплопроводности	7	1-4	подготовка к отчету	14	отчет
12.	Тема 12. Расчет двумерной нестационарной задачи теплопроводности	7	5-8	подготовка к отчету	18	отчет
13.	Тема 13. Расчет двумерной стационарной задачи теплопроводности	7	9-13	подготовка к отчету	18	отчет
	Итого				130	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Рекомендуемые образовательные технологии: лекционные занятия, лабораторные аудиторные занятия, самостоятельная работа студентов, зачет. В течение трех семестров студенты выполняют лабораторные работы по изучению экспериментальных, вычислительных методов, методов компьютерного моделирования в задачах механики и физики. По результатам выполнения лабораторных работ студентом оформляются отчеты с изложением постановки задач, методик выполнения работ, описанием полученных результатов, проведением анализа результатов и формулировкой выводов. В конце каждого семестра зачет выставляется по положительным результатам выполнения аудиторной и самостоятельной работы в течении семестра. В проведении ряда занятий (встреч) принимают участие специалисты по прикладной аэрогидромеханике - представители российских или зарубежных компаний, государственных и общественных организаций.

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

Тема 1. Физические свойства жидкости. Приборы для измерения давления.

Тема 2. Потери напора по длине. Местные потери напора.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Причины потерь напора по длине трубы. Виды местных потерь напора. Способы измерения потерь напора по длине и местных потерь напора. Инженерные формулы для оценочных расчетов различных видов потерь напора. Влияние коэффициента шероховатости на потери напора. Построение линии энергии и пьезометрической линии.

Тема 3. Диаграмма уравнения Бернулли. Режимы течения жидкости.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Построение энергетических графиков (пьезометрической и энергетической линий) одномерного потока жидкости. Характер перераспределения в потоке потенциальной и кинетической энергий в трубе типа Вентури. Характер потерь напора в трубе типа Вентури. Отличия ламинарного и турбулентного режимов течения. Критерий Рейнольдса. Способы экспериментального установления режима течения жидкости. Оценка критических значений чисел Рейнольдса.

Тема 4. Сила воздействия свободной незатопленной струи на преграду.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Характер зависимости силы воздействия незатопленной струи на преграду от формы последней и скорости истечения струи. Способы экспериментального измерения величины силовых воздействий. Инженерные формулы расчета силового воздействия струи на преграду. Влияние угла схода струи с преграды на силовое воздействие.

Тема 5. Обтекание круглого цилиндра дозвуковым воздушным потоком. Обтекание крылового профиля дозвуковым воздушным потоком.

отчет , примерные вопросы:

Отчет о проведении работ должен содержать Постановку задачи. Краткое описание эксперимента и методов измерения характеристик потока. Построенную по результатам измерений диаграмму распределения давлений по поверхности цилиндра и крылового профиля. Сопоставительный анализ экспериментальных и теоретических величин, полученных из теории потенциального обтекания. Анализ зон положительного и отрицательного градиента давления, наличия зон отрыва пограничного слоя. Анализ влияния угла атаки на характеристики обтекания крылового профиля.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Характер распределения давления по поверхности обтекаемого кругового цилиндра и крылового профиля. Способ вычисления подъемной силы при обтекании тел. Критическая точка. Области градиентов давления различных знаков. Области отрывов пограничного слоя.

Тема 6. Начальный и стабилизированный участок течения в трубе.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Структура течения на начальном участке потока в трубе. Стабилизированная зона. Влияние скорости потока на протяженность начального участка. Способы экспериментального выявления стабилизированного участка. Характер распределения скоростей поперек потока.

Тема 7. Течение в диффузорах.

устный опрос , примерные вопросы:

Задаются вопросы на следующие темы: Особенности течения в диффузорах. Отрыв пограничного слоя. Характер распределения скоростей в диффузоре. Методы экспериментального наблюдения. Потери напора при течении жидкости в диффузорах.

Тема 8. Расчет площади и положения центра тяжести плоского тела

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению задачи определения площади и положения центра тяжести фигуры. Проведены тестовые расчеты для частных случаев с известным решением. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете.

Тема 9. Расчет напряженного состояния ферменной конструкции

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению задачи расчета напряженного состояния ферменной конструкции и нахождения предельной нагрузки. Проведены тестовые расчеты для малой фермы, состоящей из трех стержней. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете в виде таблиц.

Тема 10. Меделирование движения твердого тела

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению задачи моделирования движения твердого тела. Проведены тестовые расчеты для частных случае с известным решением, проверено выполнение законов сохранения. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете в виде таблиц и графиков.

Тема 11. Расчет одномерной нестационарной задачи теплопроводности

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению одномерной нестационарной задачи теплопроводности. Установившееся численное решение должно совпасть с аналитическим решением одномерной стационарной задачи теплопроводности. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете в виде таблиц и графиков.

Тема 12. Расчет двумерной нестационарной задачи теплопроводности

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению двумерной нестационарной задачи теплопроводности. Проведены тестовые расчеты для частного случая квадратной области. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете в виде таблиц и графиков.

Тема 13. Расчет двумерной стационарной задачи теплопроводности

отчет , примерные вопросы:

Отчет должен содержать постановку задачи, описание метода решения, результаты числовых расчетов, анализ результатов и выводы. При подготовке к отчету должна быть написана и отлажена программа для ЭВМ по решению двумерной стационарной задачи теплопроводности. Проведено сравнение с установившимся решением нестационарной задачи. Проведены целевые расчеты, результаты которых приведены в отчете в виде таблиц и графиков.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ.

Примерные билеты на зачет:

1. Физические свойства жидкости и способы их измерения.
2. Приборы для измерения давления в жидкости и газе.
3. Приборы для измерения скорости в жидкости и газе.
4. Структура потоков жидкости. Методы определения режима течения. Критерий Рейнольдса.

5. Приложения уравнения Бернулли в гидравлике. Учет вязкости.
6. Способы измерения потерь напора по длине и местных потерь напора.
7. Потери напора по длине в трубах. Влияние коэффициента шероховатости на потери напора.
8. Местные потери напора при внезапном расширении.
9. Местные потери напора при внезапном сужении.
10. Построение линии энергии и пьезометрической линии.
11. Характер перераспределения в потоке потенциальной и кинетической энергий в трубе типа Вентури. Потери напора в трубе типа Вентури.
12. Сила воздействия незатопленной струи на преграду.
13. Структура течения на начальном участке потока в трубе. Стабилизированная зона.
14. Особенности течения в диффузорах. Отрыв пограничного слоя.
15. Потери напора при течении жидкости в диффузорах.

7.1. Основная литература:

Практические занятия по механике сплошной среды, Поташев, Константин Андреевич, 2010г.

1.Ухин Б. В. Гидравлика: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование) http://znanium.com/bookread.php?book=375072

2.Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 352 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39145

7.2. Дополнительная литература:

Гидравлика, Лапшев, Николай Николаевич, 2012г.

1.Гидравлика, гидрология, гидрометрия водотоков: Учебное пособие / В.Т. Парахневич. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015. - 368 с, http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=483223

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека инженера-машиностроителя - http://libtm.ucoz.ru/load/gidravlika_i_pnevmatika/1

Библиотека машиностроителя - http://lib-bkm.ru

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

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

Электронные ресурсы издательства "Springer" по естественным, точным, техническим, прикладным и социальным наукам - http://link.springer.com/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ по гидравлике и аэродинамике, компьютерный класс, оргтехника.

Электронно-библиотечная система "КнигаФонд". Компьютерный класс, лицензионное ПО: MS Windows, MS Visual Studio, MS Office

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.62 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):
Марданов Р.Ф. _____
Поташев К.А. _____
Нуриев А.Н. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Выборнов В.Г. _____
"__" _____ 201 __ г.