

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

Численно-аналитические методы аэрогидромеханики

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Маклаков Д.В. (Кафедра аэрогидромеханики, отделение механики), dmaklak@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках
ОПК-3	готовностью самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов
ПК-4	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач
ПК-5	способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-6	способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен владеть:

Должен демонстрировать способность и готовность:

1. Получить базовые знания о методе граничных элементов, его преимуществах и недостатках по сравнению с разностными методами.
2. Освоить технику составления программ, для решения задач обтекания аэропрофилей с помощью МГЭ.
3. Освоить методы решения нелинейных интегральных уравнений.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Механика жидкости, газа и плазмы)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 20 часа(ов), практические занятия - 32 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 56 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Интегральные представления гармонической функции в ограниченной и неограниченной областях	2	2	0	0	2
2.	Тема 2. Панельный метод низкого порядка для вычисления поверхностных интегралов	2	2	0	0	2
3.	Тема 3. Метод интегральных уравнений для решения краевых задач.	2	2	0	0	2
4.	Тема 4. Панельный метод для трехмерного крыла.	2	2	0	0	2
5.	Тема 5. Панельный метод для двумерного профиля.	2	2	6	0	8
6.	Тема 6. Численный метод решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтеры второго рода.	2	2	4	0	8
7.	Тема 7. Метод Ньютона. Нелинейное интегральное уравнение Урысона.	2	2	6	0	8
8.	Тема 8. Система нелинейных интегральных уравнений. Интегро-дифференциальные уравнения.	2	2	6	0	8
9.	Тема 9. Нелинейные краевые задачи и их сведение к нелинейному интегральному уравнению.	2	2	4	0	8
10.	Тема 10. Задача о нелинейных гравитационных волнах в жидкости бесконечной глубины.	2	2	6	0	8
	Итого		20	32	0	56

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Интегральные представления гармонической функции в ограниченной и неограниченной областях

Лекция 1. Основные трехмерные потенциалы: равномерный поток, точечный источник, точечный диполь. Комбинация диполя равномерного потока: обтекание сферы. Интегральное представление гармонической функции в ограниченной области. Интегральное представление гармонической функции в неограниченной области. Неединственность интегральных представлений

Тема 2. Панельный метод низкого порядка для вычисления поверхностных интегралов

Лекция 2. Формулировки основных краевых задач. Теорема единственности. Внутренние и внешние краевые задачи. Постановка задачи о движении тела в жидкости. Поверхностное распределение источников и его свойства. Поверхностное распределение диполей и его свойства. Панельный метод низкого порядка для вычисления поверхностных интегралов. Четырехугольный источник или диполь. Глобальная и локальная системы координат. Алгоритм вычисления поверхностных распределений.

Тема 3. Метод интегральных уравнений для решения краевых задач.

Лекция 3. Метод интегральных уравнений для решения краевых задач. Интегральные уравнения для задачи Неймана при использовании только распределений источников. Интегральные уравнения для задачи Неймана при использовании только распределений диполей. Интегральное уравнение Морино. Метод сведения внешней задачи Неймана к внутренней задаче Дирихле.

Тема 4. Панельный метод для трехмерного крыла.

Лекция 4. Дискретизация интегральных уравнений в трехмерном случае. Коэффициенты влияния. Панельный метод для трехмерного крыла. След и его основное свойство. Простейшая модель следа. Интегральное уравнение Морино для трехмерного крыла. Вычисление распределения давлений.

Тема 5. Панельный метод для двумерного профиля.

Постановка задачи об обтекании двумерного профиля. Двумерные аналоги основных потенциалов. Распределения диполей и источников и их свойства. Интегральное представление двумерного потенциала при обтекании профиля и его дискретный аналог. Основные интегральные уравнения для решения задачи об обтекании профиля.

В пакете Математика составить программу для определения распределения скоростей указанного профиля.

Варианты Профиль Угол атаки

1. RAE100 2 градуса
2. RAE101 2 градуса
3. RAE102 2 градуса
4. RAE103 2 градуса
5. RAE104 2 градуса
6. RAE2822 2 градуса
7. RAE5213 3 градуса
8. RAE5214 0 градусов
9. FX2 0 градусов
10. Eppler-66 3 градуса
11. Eppler-67 3 градуса

Тема 6. Численный метод решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтеры второго рода.

В пакете Математика составить программы для решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтеры второго рода.

Тема 7. Метод Ньютона. Нелинейное интегральное уравнение Урысона.

В пакете Математика составить программу для решения нелинейного интегрального уравнения Урысона.

Тема 8. Система нелинейных интегральных уравнений. Интегро-дифференциальные уравнения.

В пакете Математика составить программы для решения системы нелинейных интегральных уравнений и интегро-дифференциального уравнения.

Тема 9. Нелинейные краевые задачи и их сведение к нелинейному интегральному уравнению.

В пакете Математика составить программу для решения нелинейной краевой задачи в полукруге.

Тема 10. Задача о нелинейных гравитационных волнах в жидкости бесконечной глубины.

В пакете Математика составить программу для расчета нелинейных гравитационных волнах в жидкости бесконечной глубины.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2009. ? 256 с. - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=349952>

Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Уч. пос./ А.В. Гулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. - 368 с. - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=454592>

Гидравлика: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с. - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=375072>

Гидрогазодинамика: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=410288>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 272 с - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=450183>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.
экзамен	Подготовку к экзамену рекомендуется разделить на два этапа. На первом этапе прорабатываются все экзаменационные вопросы и формулируются вопросы к преподавателю в рамках консультации по разделам, недостаточно подробно описанным в рамках лекционного курса или более трудным в освоении материала. После консультации происходит окончательная проработка и закрепление материала по всем экзаменационным вопросам.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе "Механика жидкости, газа и плазмы".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 Численно-аналитические методы
аэрогидромеханики*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

Особенности численной реализации методов решения прямых и обратных краевых задач аэрогидродинамики, Марданов, Ренат Фаритович, 2013г.

Николаенко В.Л. Механика - М: Новое знание, 2011. - 636 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2911/>

Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. - М.: БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2012 - 253 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/8713/>

Дополнительная литература:

Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник. - Издание 7-е, исправленное. - Москва: Дрофа, 2003. - 840 с.

Роуч, П. Дж. Вычислительная гидродинамика / Пер. с англ. В. А. Гущина, В. Я. Митницкого;

Под ред. П. И. Чушкина / П. Дж. Роуч. - М.: Мир, 1980. - 616 с.

Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - Издательство: БИНОМ.

Лаборатория знаний, 2012. - 634 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/4397/>

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.7 Численно-аналитические методы
аэрогидромеханики*

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows