**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И** **ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

|  |
| --- |
| **УТВЕРЖДАЮ** |
| Начальник отделения ЯФиТ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.С. Самохин |
| «\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |
| --- |
| Механика жидкости и газа |
| *название дисциплины* |
|  |
| для студентов направления подготовки |
|  |
| 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика |
| *Код и название специальности* |
|  |
|  |
| профиля |
| *Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС* |
| *название специализации* |
|  |
|  |
| Форма обучения: очная |

**г. Обнинск 20\_\_г.**

Программа составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Программу составили:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Авдеев Е.Ф., к.т.н., доцент

Рецензент:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Чусов И.А., д.т.н., профессор

Программа рассмотрена на заседании отделения ЯФиТ(О)

(протокол № от « » 201 г.)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Начальник отделения ЯФиТ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.С. Самохин «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г. |

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

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| КодыКомпетенции  | Результаты освоения ООП содержание компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
| ОПК-2 | Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Знать:Типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессовУметь:Использовать методики расчета нейтронно-физических и тепло-гидравлических характеристик активной зоны реакторной установкиВладеть:Навыками обработки результатов измерений нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений |
| ПК-5 | Способность к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы |

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: высшая математика, молекулярная физика, техническая термодинамика.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Атомные электростанции

Турбомашины АЭС

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Форма обучения** (вносятся данные по реализуемым формам) |
| **Очная** | **Заочная** |
| **Семестр** | **Курс**  |
| **№ 6** | **№** |
| **Количество часов на вид работы:** |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателем** |  |  |
| **Аудиторные занятия *(всего)*** | **64** |  |
| В том числе: |  |  |
| *лекции**(лекции в интерактивной форме)* | 32 |  |
| *практические занятия**(практические занятия в интерактивной форме)* | 16 |  |
| *лабораторные занятия* | 16 |  |
| **Промежуточная аттестация** |  |  |
| В том числе: |  |  |
| *зачет*  | **6** |  |
| *экзамен* | - |  |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | **44** |  |
| **Самостоятельная работа обучающихся *(всего)*** | **44** |  |
| В том числе: |  |  |
| *Проработка учебного (теоретического) материала* | 10 |  |
| *Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)* | 15 |  |
| *Подготовка отчётов по лабораторным работам* | 15 |  |
|  |  |  |
| **Всего (часы):** | **108** |  |
| **Всего (зачетные единицы):** | **3** |  |

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела /темы дисциплины  | Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам) |
| Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
| Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО | Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО |
| 1. | Название раздела 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1. | Введение Аксиоматика механики жидкости и газаОсновные кинематические понятия и образы | 2 | 2 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.2. | Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока. | 4 | 2 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.3. | Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости | 6 | 2 | 4 |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.4. | Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки профилей | 2 | 2 | 2 |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.5. | Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа | 4 | 4 | 6 |  | 9 |  |  |  |  |  |
| 1.6. | Гидравлические сопротивления | 4 | 2 | 4 |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.7. | Уравнения движения вязкой жидкостиПограничный слой. Свободный пограничный слой (струи) | 6 | 2 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 1.8. | Теория подобия и физическое моделирование | 4 |  |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
|  | **Итого за 1 семестр:** | 32 | 16 | 16 |  | 44 |  |  |  |  |  |

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся*

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | Название раздела 1 |
| 1.1. | ВведениеАксиоматика МЖГОсновные кинематические понятия и образы | Макроподход. Основания для выбора математического аппарата и закона для напряженияПонятия трубки тока и вихревой трубки Расходы, средняя и массовая скорости Циркуляция скорости Эффект взаимодействия вихрей |
| 1.2. | Закон сохранения массы и его следствия Примеры простейших течений Принцип отвердевания линий тока | Уравнение неразрывности движения. Функция тока, потенциал скорости. Характеристическая функция течения Бесциркуляционное и циркуляционное обтекание круглого цилиндра |
| 1.3. | Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости  |

|  |
| --- |
| Уравнения динамики в напряжениях. Интеграл Бернулли и его частные случаи |

 |
| 1.4. | Сопротивление давления при внешнем обтекании | Сопротивление давления на примере циркуляционного обтекания цилиндра Сопротивление давления в плоской решётке (на лопатку турбины) |
| 1.5. | Одномерный поток газа и несжимаемой вязкой жидкости | Тепловая форма интеграла Бернулли. Изоэнтропические формулы. Уравнение Бернулли для несжимаемой вязкой жидкости |
| 1.6. | Гидравлические сопротивления | Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном течении в трубах Потери давления на трение и местные сопротивления |
| 1.7. | Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой | Связь тензора напряжений с тензором скоростей деформаций. Уравнения Навье-Стокса. Уравнения пограничного слоя Л.Прандтля |
| 1.8. | Теория подобия и интегральное соотношение КарманаФизическое моделирование | Методика получения критериев подобия. Проблема выполнения нескольких критериев подобия по создании экспериментальных стендов |

Практические/семинарские занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | Название раздела 1 |
| 1.1. | Основные кинематические понятия и образы | Определение ускорений Нахождение расхода при ламинарном движении в круглой трубе. Проблема определения расхода при турбулентном течении |
| 1.2. | Примеры простейших течений |

|  |
| --- |
| Нахождение геометрии течения, поля скоростей и расходов по заданной характеристической функции течения Реализация принципа отвердевания линий тока |

 |
| 1.3. | Закон сохранения импульса и его частные решения | Расчёт сопротивления давления при обтекании плоской пластины и профиля в решётке профилей. Определение сил в покоящейся жидкости. |
| 1.4. | Одномерный поток газа и несжимаемой вязкой жидкости | Определение критического расхода и расходов через разрыв из объёмов с высоким давлением и температурой Пример расчёта запаса до кавитации |
| 1.5. | Гидравлические сопротивления | Методика определения потерь давления по петле первого контура реактора корпусного типа. Определение мощности ГЦН.  |
| 1.6. | Гидравлические сопротивления | Методика профилирования расходов и сопротивлений по ТВС активной зоны.  |
| 1.7. | Пограничный слой | Расчёт ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине на основе интегрального соотношения Кармана (при однопараметрическом и двупараметрическом распределении скоростей) |

Лабораторные занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Название лабораторной работы |
| 1. | Название раздела 1 |
| 1.1. | Закон сохранения импульса и его частные решения | Методика измерения скорости при помощи трубки Прандтля и изучение зависимости показаний трубки от угла между её осью и направлением скорости |
| 1.2. | Сопротивление давления при внешнем обтекании | Сопротивление поперечно обтекаемого пучка труб |
| 1.3. | Закон сохранения и превращения энергииОдномерный поток несжимаемой жидкости | 3.1.Геометрическая интерпретация уравнения Д. Бернулли3.2.Определение коэффициента расходов при истечении жидкости из малых отверстий и из насадков3.3.Определение максимального повышения давления при прямом и непрямом гидроударе в трубопроводе  |
| 1.4. | Гидравлические сопротивления | 4.1.Определение коэффициента сопротивления трения в канале-имитаторе ячейки твэл4.2.Определение коэффициентов местных сопротивлений при внезапном расширении и внезапном сужении |

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

1. Е.Ф.Авдеев Лекции по курсу «Механика жидкости и газа»
2. Е.Ф.Авдеев, Н.Е.Ющенко «Расчёт гидравлических характеристик реакторного контура», учебное пособие по курсу «Механика жидкости и газа», стр.54. Имеется электронная версия.
3. Е.Ф.Авдеев, Сборник задач по курсу «Механика жидкости и газа», Разделы: 1.Гидростатика, стр. 4-7; 2.Кинематика, стр. 12-14; 3.Гидродинамика, стр. 17-27.
4. Е.Ф.Авдеев, Н.Е.Ющенко «Лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа», стр.67

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

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)** | **Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка**  | **Наименование оценочного средства** |
| **Текущий контроль, 6 семестр** |
| 1. | ОСНОВНЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ОБРАЗЫ | Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)Способность к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы (ПК-5) | ВОПРОСЫ ТЕСТОВ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ У ДОСКИ |
| 2. | ГИДРОГАЗОСТАТИКА | РЕШЕНИЯ ТЕКУЩИХ ДОМАШНИХ ЗАДАЧ (ПО ЗАДАЧНИКУ) |
| 3. | ОДНОМЕРНЫЙ ПОТОК ГАЗА | ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (ПО ЗАДАЧНИКУ) |
| 4. | ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ | ОТЧЁТЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ, ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ |
| 5. | ПОГРАНИЧНЫЙ СЛОЙ | РАСЧЁТ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ НА ПЛАСТИНЕ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ. |
| **Промежуточный контроль, 6 семестр** |
|  | Зачет | Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)Способность к участию в проектировании основного оборудования атомных электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы (ПК-5) |  |
| Всего: |

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

*6.2.1. Зачет*

а) типовые вопросы (задания):

вопросы к зачету по дисциплине «Механика жидкости и газа»:

1. Доказать справедливость закона Паскаля для двух несмешивающихся несжимаемых жидкостей.
2. Объяснить значение основных предположений жидкости – сплошности и легкой подвижности. Получить дифференциальное уравнение неразрывности движения.
3. Найти распределение скоростей по поверхности цилиндра при его безотрывном безциркуляционном обтекании.
4. Рассмотреть взаимодействие вихрей одинаковой интенсивности.
5. Наложением каких простейших течений получают безциркуляционное обтекание круглого цилиндра? Когда применим принцип отвердевания линий тока?
6. Ввести понятие трубки тока; ее основное свойство. Дать выражение для объемного и массового расхода.
7. Проинтегрировать дифференциальные уравнения гидрогазостатики и получить основное уравнение гидростатики.
8. Ввести понятие тока; ее кинематический смысл. Найти линии тока по заданной функции тока.
9. Ввести понятие живого сечения и гидравлического радиуса. Доказать основное свойство плавноизменяющихся движений.
10. Найти силу, действующую на наклонную плоскую стенку в покоящейся жидкости.
11. Получить распределение скорости при ламинарном движении в круглой трубе. Как связаны максимальная и средняя скорости?
12. Рассмотреть режимы течения в соплах Лаваля. Как вывести сопло Лаваля на расчетный сверхзвуковой режим?
13. Найти распределение давления во вращающимся вертикальном сосуде, заполненном жидкостью.
14. Ввести вихревой линии и трубки. Почему вихревые трубки не могут заканчиваться в жидкости?
15. Как связаны интенсивность вихревой трубки с циркуляцией скорости? Найти распределение скоростей вне плоского вихря.
16. Получить выражение для силы, действующей на лопатку турбины.

Б) критерии оценивания компетенций (результатов):

15-20 баллов- за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

-владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

-полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета;

-умеет увязать теорию и практику при решении задач.

8-14 баллов-за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

-сделал всё, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов - за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

-владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;

-раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;

-не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

-имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать чёткого определения основных понятий;

-не умеет решать задачи, и не может разобраться в конкретной ситуации;

-не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объёмом знаний.

*6.2.2. Индивидуальное домашнее задание*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Тема: Расчёт пограничного слоя

 Рассчитать силу трения при обтекании пластины длиной L при ламинарном течении в пограничном слое на основе интегрального соотношения Кармана при синусоидальном распределении скоростей u=Uα sin ( αy )

Найти местный и полный коэффициенты сопротивления трения; сравнить с точным решением Блазиуса

Вариант №1

Среда-вода под давлением Р=6 бар, температура 1000 С, скорость набегающего потока U͚ = 10 м/с, L=0,5 м.

Вариант №2

Среда-воздух под давлением Р=200000 Па, температура 1500 С, скорость набегающего потока U͚ =100 м/с, L=1 м.

Другие варианты отличаются скоростью набегающего потока среды, давлением, температурой и длиной пластины.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

 Домашнее задание закрепляет теоретический материал по разделу «Пограничный слой», необходимый для умения оценивать силы трения при внешнем обтекании тел или потерь давления на начальных участках каналов (ПК-15)

в) описание шкалы оценивания:

 максимальная сумма баллов за выполнение индивидуального домашнего задания -20 баллов; домашнее задание считается выполненным при получении 12 баллов.

В сумме баллов учитывается подробность изложения, оформления домашнего задания. При сдаче домашнего задания. При сдаче домашнего задания не в установленный срок, понижающий коэффициент 0,8; то-есть максимальное количество баллов будет -20.

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

 Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

 Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

 Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

 Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

 Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид контроля** | **Этап рейтинговой системы Оценочное средство** | **Балл** |
| Минимум  | Максимум |
| **Текущий**  | **Контрольная точка № 1** | 21 | 35 |
| Оценочное средство № 1.1(отчёты) | 11 | 15 |
| Оценочное средство № 1.2 (отчёты) | 10 | 20 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| **Контрольная точка № 2** | 15 | 25 |
| Оценочное средство № 2.1(ИДЗ) | 7 | 10 |
| Оценочное средство № 2.2 (ИДЗ) | 8 | 15 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| **Промежуточный**  | **Зачет** | 25 | 40 |
|  | Оценочное средство (вопросы билетов) |  |  |
|  |  |  |  |
| **ИТОГО по дисциплине** | 60 | 100 |

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания:

включают в себя следующие основные элементы:

– оценивание: проводится на 8 и 14 неделях;

– оценивание проводит преподаватель, ведущий лабораторные работы и практические занятия;

– задания предъявляются в виде отчётов по лабораторным работам в письменном виде;

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Тесты по разделам проводятся на практических занятиях и включают вопросы по предыдущему разделу. Тестирование проводится с помощью СЭО «Пегас». Баллы формируются автоматической системой, переводятся в систему оценок преподавателем в соответствии с утвержденной шкалой оценивания.

Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде зачета, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Зачет предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на зачете для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на зачете.

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

а) основная учебная литература:

1. Л.Г.Лойцянский. Механика жидкости и газа.М.:Дрофа,-2003 г.
2. Механика жидкости и газа. Под редакцией В.С.Швыдкого 2-е издание, ИКЦ «Академкнига»,М.:2003 г.
3. П.Л.Кириллов, Ю.С.Юрьев.Гидродинамические расчёты.-М.:ИздАТ-2009 г., 214 с.
4. Е.Ф.Авдеев, Н.Е.Ющенко. Расчёт гидравлических характеристик реакторного контура (учебное пособие). Обнинск, ИАТЭ, 2008 (имеется в библиотеке ИАТЭ, размножено в 2015 г.)
5. Е.Ф.Авдеев, Н.Е.Ющенко. Лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа», Обнинск, ИАТЭ, 2007 г.
6. А.А.Александров, Б.А.Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара.-М.:МЭИ,1999 г.

б) дополнительная учебная литература:

1. Г.Шлихтинг. Теория пограничного слоя (перевод с немецкого), 5-ое издание.-М.: Наука, 1989 г.
2. Б.Т.Емцев, «Техническая гидромеханика»,-М.: Машиностроение, 1987 г.
3. Г.С.Самойлович. Гидродинамика.-М.Машиностроение,1990 г.
4. Н.З.Френкель. Гидравлика. Госэнергоиздат.-М.-Л.: 1956, 456 с.
5. Е.Ф.Авдеев. Сборник задач по курсу «Механика жидкости и газа».-Обнинск,ИАТЭ,1993 г.
6. Н.Е.Идельчик. Справочник по гидравлическим сопротивлениям.-М.: Машиностроение, 1995 г.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Энциклопедия атома Росатом-корпорация знаний

(hppt://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopedia atoma/def Document

Режим доступа: 29.05.2014)

1. Росатом-корпорация знаний (<https://www.youtube.com/user/Mirny> Atom

Режим доступа: 29.05.2017 г.

1. E-lerning for Nuclear Newconers (hpp://www.iaea.org/Nuclear Power//Infrastructure/elearning/index.html

Режим доступа: 29.05.2014)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебных занятий | Организация деятельность студента |
| Лекция | Написание конспекта лекций: последовательно кратко фиксировать основные положения и терминологии. Подчёркивать принципиальные выводы и практическую направленность излагаемого преподавателем материала. Основное внимание сосредоточить на специфичных понятиях и образах кинематики, математическим представлениям законов сохранения и вытекающим из них следствиям. Обязательно выяснить у преподавателя непонятные положения на практическом занятии, консультации или в другое свободное время. |
| Практические занятия и индивидуальное домашнее задание | Студент обязан при подготовке к практическим занятиям проработать лекции, относящиеся к теме занятия или другие источники, указанные преподавателем. На занятии в аудитории вместе с преподавателем решаются типовые задачи разделов дисциплины. При возникновении трудностей с решением текущих домашних заданий или индивидуального домашнего задания получить консультацию у преподавателя. На практических занятиях излагается методика выполнения ИДЗ и выдаются варианты исходных данных для его выполнения |
| Домашние задания | Студент обязан знать решения минимум 50% задач по разделам сборника задач, основываясь на решениях типовых задач в аудитории и знании теоретического материала  |
| Индивидуальные домашние задания | Имеет целью закрепить теоретические знания по расчёту сопротивления трения в ламинарном и турбулентном пограничных слоях  |
| Подготовка к зачету | При изучении вынесенных на зачет вопросов студент не должен упустить понимание физики процессов. Только после этого приступать к выводам расчётных зависимостей. Вывод расчётных зависимостей нужно делать самостоятельно, обращая внимание на запоминание общепринятых понятий и терминов. Показать понимание практической направленности поставленных вопросов в будущей профессиональной деятельности |

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

***10.1. Перечень информационных технологий:***

1.Показ теневых фотографий из альбома течений жидкости и газа

2.Использование натуральных элементов ТВС реакторов (твэлов, дистанционирующих решёток и т. д.) из имеющихся на кафедре

3.Интерактивное общение с помощью программы Skyp

4.Использование слайд-презентаций на лекциях

5.Показ оборудования и измерительных приборов стендов «МИР» и «Циркуляционная петля»

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

1. Учебные аудитории на 250 и 30 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.
2. Первичные датчики измерения локальных, средних скоростей

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****пп** | **Наименование темы дисциплины** | **Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)** | **Количество ак. ч.** | **Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий** |
| 1 | Механика жидкости и газа | Лекция, практические занятия, семинары семинары |  | Лекция-беседа, привлечение внимания студентов к практической значимости вопросов темы |
| 2 | Механика жидкости и газа | Лекция, практические занятия, семинары семинары |  | Содержание и темп изложения учитывает особенность подготовленности аудитории студентов |
| 3 | Механика жидкости и газа | Лекция, практические занятия, семинары семинары |  | Технология активного обучения (предполагает постановку и получение ответа студентов на вопросы, смежные с излагаемым материалом) |
| …. |  |  |  |  |

12.2. **Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки:**

Темы для самостоятельных занятий:

1. Различные представления полного ускорения
2. Эффекты взаимодействия вихрей
3. Выполнение закона Паскаля для двух несмешивающихся жидкостей
4. Вывод зависимостей для сил, действующих на плоские и криволинейные поверхности в покоящейся жидкости
5. Определение силы, действующей на профиль в решётке профилей
6. Физическое обоснование увеличения расходов через насадки; определение запаса до кавитации
7. Эмпирические методы расчёта турбулентного пограничного слоя на гидравлически гладкой и шероховатой пластине

Вопросы для самоконтроля:

Физическое отличие турбулентных течений от ламинарных

1. Причины и суть кризиса сопротивления плохо обтекаемых тел
2. Обоснование движения жидкости из области с низким давлением в трубопроводе в область с высоким давлением
3. Особенности кинематики турбулентных течений
4. Характер зависимости скорости звука от паро(газо)содержания
5. Связь давления и скорости вдоль линии тока и при пересечении линий тока в вихрях
6. Природа местных сопротивлений и сопротивления трения в каналах, сопротивления давления и индуктивного сопротивления-при внешнем обтекании тел

12.3. Краткий терминологический словарь:

Линия тока, трубка тока, вихревая трубка, объёмный и массовый расход, средняя и массовые скорости, сопротивление давления, потери давления, пограничный слой.