

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

Г.П. Старинов



2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


Гидрогазодинамика

| | |
|---|--|
| Направление подготовки | <i>13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"</i> |
| Направленность (профиль) образовательной программы | <i>Тепловые электрические станции</i> |
| Квалификация выпускника | <i>бакалавр</i> |
| Год начала подготовки (по учебному плану) | <i>2019</i> |
| Форма обучения | <i>заочная</i> |
| Технология обучения | <i>традиционная</i> |

| | | |
|----------|----------|--------------------|
| Курс | Семестр | Трудоемкость, з.е. |
| <i>3</i> | <i>5</i> | <i>5</i> |


| | |
|------------------------------|------------------------------|
| Вид промежуточной аттестации | Обеспечивающее подразделение |
| <i>Экзамен</i> | <i>Кафедра КС</i> |

Разработчик рабочей программы
доцент кафедры «Кораблестроения»



Н.С. Гуменюк
« 01 » 04 2019 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки


И.А. Романовская
« 02 » 04 2019 г.

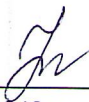
Заведующий кафедрой
(обеспечивающей) «Кораблестроения»


И.В. Каменских
« 03 » 04 2019 г.


Заведующий кафедрой
(выпускающей) «Тепловые
энергетические установки»


А.В. Смирнов
« 04 » 04 2019 г.

Декан факультета «Энергетики,
транспорта и морских технологий»


О.А. Красильникова
« 05 » 04 2019 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
« 08 » 04 2019 г.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №143 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника".

| | |
|------------------------------------|---|
| Задачи дисциплины | <ul style="list-style-type: none"> - изучить внутреннюю и внешнюю задачу гидрогазодинамики; - знать методы упрощения математических моделей и их "замену" экспериментом, применительно к частным случаям; - получить навыки решения практических инженерных задач. |
| Основные разделы / темы дисциплины | <ul style="list-style-type: none"> - Гидростатика и гидродинамика; - уравнение Бернулли и уравнение количества движения; - одномерные потоки жидкостей и газов; - плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости. |

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Код по ФГОС | Индикаторы достижения | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|--|---|
| Общепрофессиональные | | |
| ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | <p>ОПК-3.1. Знает основные законы движения жидкости и газа, основы гидрогазодинамики, основные законы термодинамики и термодинамические соотношения</p> <p>ОПК-3.2. Умеет проводить расчеты теплотехнических установок и систем, термодинамических процессов, циклов и их показателей</p> <p>ОПК-3.3. Владеет навыками применения теоретических знаний для решения практических задач получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p> | <p>Знает основы гидрогазодинамики</p> <p>Умеет анализировать данные измерения параметров и результатов лабораторных исследований</p> <p>Владеет навыками выполнения инженерных расчетов параметров сжимаемой и несжимаемой жидкости</p> |

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидрогазодинамика» изучается на 3 курсе(ах) в 5 семестре(ах).

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Физические основы теории горения» и «Техническая термодинамика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика», будут востребованы при изучении последующих дисциплин «Теория тепло- и массообмена».

Входной контроль не проводится.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

| Объем дисциплины | Всего академических часов |
|---|---------------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 |
| Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего | 18 |
| В том числе: | |
| занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками) | 6 |
| занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) | 12 |
| Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза | 153 |
| Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен | 9 |

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

| Наименование разделов, тем и содержание материала | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | СРС |
|--|--|------------------------------------|----------------------|-----|
| | Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | |
| | Лекции | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия | |
| <p>Тема Гидростатика и гидродинамика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - силы, действующие в жидкостях; - дифференциальное уравнение покоя жидкости; - основное уравнение гидростатики; - относительный покой жидкости; - методы исследования жидкостей; - виды движения жидкостей; - кинематические элементы и струйная модель потока; - понятие о расходе и средней скорости; - уравнение неразрывности; - режимы движения жидкости; - расчетная модель турбулентного потока; - турбулентность и её основные статистические характеристики. | 1 | 1 | | 32 |
| <p>Тема Гидростатика и гидродинамика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальная проверка основного закона гидростатики; - изучение режимов движения жидкости в круглой трубе; - измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера. | | | 3 | 6 |
| <p>Тема Уравнение Бернулли и уравнение количества движения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уравнение Бернулли для потока жидкости; - уравнение количества движения для потока жидкости; - уравнение момента количества движения; - подобие гидродинамических процессов; - виды потерь энергии; - потеря энергии на трение при ламинарном движении жидкости; - формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения λ. Исследования Никурадзе; Местные потери энергии при турбулентном ре- | 2 | 2 | | 32 |

| Наименование разделов, тем и содержание материала | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | |
|--|--|------------------------------------|----------------------|------------|
| | Контактная работа преподавателя с обучающимися | | | СРС |
| | Лекции | Семинарские (практические занятия) | Лабораторные занятия | |
| жиме в случае резкого расширения канала; - зависимость местного сопротивления от числа Рейнольдса. | | | | |
| Тема Уравнение Бернулли и уравнение количества движения: - исследование характеристик самотечного трубопровода; - определение потерь напора на трение; - определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода; - опытная проверка уравнения Бернулли. | | | 3 | 6 |
| Тема Одномерные потоки жидкостей и газов: - уравнения сохранения для одномерных течений; - скорость распространения звука; - одномерное изоэнтропийное течение; - газодинамические функции; - одномерные течения при различных воздействиях на поток; - неоднородные потоки и различные способы осреднения. | 1 | 1 | | 38 |
| Тема Плоское до- и сверхзвуковое движение идеальной жидкости: - вихревое и безвихревое движение; - теорема Стокса. Уравнения Эйлера и Громеки-Лэмба; - плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости; - теорема Жуковского; - волны разряжения и сжатия в сверхзвуковом потоке; - скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке; - течение с переходом через скорость звука. | 2 | 2 | | 39 |
| ИТОГО по дисциплине | 6 | 6 | 6 | 153 |

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

| Компоненты самостоятельной работы | Количество часов |
|--|------------------|
| Изучение теоретических разделов дисциплины | 58 |
| Подготовка к занятиям семинарского типа | 12 |
| Подготовка и оформление контрольной работы | 83 |
| | 153 |

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Формируемая компетенция | Наименование оценочного средства | Показатели оценки |
|--|-------------------------|----------------------------------|---|
| Все темы | ОПК-3 | Собеседование | <ul style="list-style-type: none"> - глубина, прочность, систематичность знаний; - адекватность применяемых знаний ситуации; - рациональность используемых подходов; - степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств; - степень значимости определенных ценностей; - проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям; - умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение. |
| Гидростатика и гидродинамика. Уравнение Бернулли и уравнение количества движения | ОПК-3 | Лабораторные работы | <ul style="list-style-type: none"> - соответствие отчета предъявляемым требованиям; - правильность и аккуратность написания отчета; - способность делать обоснованные выводы на основе экспериментальных данных; - степень точности ответов на контрольные вопросы; - установление причинно-следственных связей, выявленных зависимостей. |
| Все темы | ОПК-3 | Задачи практических занятий | <ul style="list-style-type: none"> - способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности. |
| Все темы | ОПК-3 | Контрольная работа | <ul style="list-style-type: none"> - соответствие предполагаемым ответам; - правильное использование алгоритма выполнения решения; - логика рассуждений; - неординарность подхода к решению задач. |
| Все темы | ОПК-3 | Вопросы экзамена | <ul style="list-style-type: none"> - глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений. |

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

| | Наименование оценочного средства | Сроки выполнения | Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|-------------------------|-------------------------|--|
| 5 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i> | | | | |
| 1 | Собеседование (2 вопроса) | В течение семестра | 30 баллов | 30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. |
| 2 | Лабораторная работа | В течение семестра | 40 баллов | 40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 20 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. |
| 3 | Задачи практических занятий | В течение семестра | 40 баллов | 40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. |

| | Наименование оценочного средства | Сроки выполнения | Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|----------------------------------|---------------------------|------------------|---|
| | | | | <p>Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</p> |
| 4 | Контрольная работа | В течение семестра | 40 баллов | <p>40 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>20 баллов - студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат..</p> |
| Текущий контроль: | | - | 150 баллов | - |
| Экзамен: | | На экзаменационной сессии | 50 баллов | <p>50 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>40 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>25 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> |
| ИТОГО: | | - | 200 баллов | - |
| <p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (порого-</p> | | | | |

| | Наименование оценочного средства | Сроки выполнения | Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|--|---|------------------|------------------|---------------------|
| | вый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень) | | | |

Задания для текущего контроля

Вопросы для собеседования

1. Какие жидкости называются неньютоновскими (аномальными)?
2. Вследствие чего уменьшается вязкость капельных жидкостей при повышении температуры?
3. Какой вид имеет уравнение неразрывности для потока жидкости при стационарном движении?
4. Как изменится гидродинамическое давление в напорном трубопроводе при уменьшении скорости движения жидкости и постоянном расходе?
5. Почему коэффициент Кориолиса « α » в уравнении Бернулли для потока жидкости при ламинарном режиме движения больше, чем при турбулентном режиме движения жидкости?
6. Какой режим движения наблюдается в пленочном слое жидкости, прилегающий к стенкам канала при общем турбулентном движении?
7. Вследствие чего происходит изменение температуры жидкости при переходе с турбулентного режима движения на ламинарный?
8. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала и ламинарном режиме?
9. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при турбулентном режиме (область квадратичного сопротивления) и увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала?
10. Назовите виды потерь энергии.
11. Перечислите кинематические элементы потока.
12. Наблюдаются ли вихревые явления при движении идеальной жидкости?
13. Как выглядит картина распространения волн до- и сверхзвукового движения тела?
14. Как выглядит картина распространения волн звукового движения тела?
15. Соотношение каких сил характеризует число Рейнольдса?
16. Перечислите основные газодинамические функции?
17. Соотношение каких сил характеризуют газодинамические функции?
18. Назовите способы осреднения неоднородных потоков?
19. Сформулируйте теорему Жуковского?
20. Вследствие чего в сверхзвуковом потоке образуются скачки уплотнения?
21. В каком случае потеря энергии больше – при переходе среды через прямой или косой скачок уплотнения?

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «Экспериментальная проверка основного закона гидростатики»:

1. Какие силы действуют на жидкость?
2. Какие силы относятся к поверхностным и массовым?
3. В чем разница действия силы на движущуюся и покоящуюся жидкость?
4. Назовите свойства гидростатического давления.
5. Что определяет основное уравнение гидростатики?
6. В каких случаях ставится плюс или минус в основное уравнение гидростатики?

Лабораторная работа № 2 «Изучение режимов движения жидкости в круглой трубе»:

1. Назовите режимы движения жидкости.
2. От соотношения каких сил зависят режимы движения жидкости?
3. Что такое критическое число Рейнольдса?
4. Что такое нижняя и верхняя критические скорости потока?
5. Что является критерием для определения режима движения жидкости?

Лабораторная работа № 3 «Измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера»:

1. Что называется вязкостью?
2. В каких единицах измеряется вязкость?
3. Как изменяется вязкость жидкости и газа при изменении температуры и давления?
4. Как связаны между собой коэффициент динамической и кинематической вязкости?
5. Назовите способы измерения вязкости.
6. Назовите принципы работы приборов для измерения вязкости жидкости.

Лабораторная работа № 4 «Исследование характеристик самотечного трубопровода»:

1. Принцип работы самотечного трубопровода.
2. Как будет изменяться расход жидкости в самотечном трубопроводе с увеличением перепада уровней свободной поверхности жидкости в питающем и приемном резервуарах?
3. Как влияет изменение коэффициента гидравлического трения на значение вакуумметрического давления?
4. Чем ограничивается высота подъема жидкости по самотечному трубопроводу?

Лабораторная работа № 5 «Определение потерь напора на трение»:

1. Вследствие чего образуются потери энергии на трение?
2. Перечислите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса.
3. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при ламинарном режиме движения жидкости?
4. Назовите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса, в которых его значение зависит от шероховатости стенки канала.
5. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при турбулентном режиме движения жидкости в области квадратичного сопротивления?

Лабораторная работа № 6 «Определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода»:

1. Какие потери энергии называют местными?
2. Перечислите некоторые типы местных сопротивлений.
3. Изобразите структуру потока при резком расширении канала.
4. Как выглядит формула Борда?
5. Как в основном определяют коэффициенты местных сопротивлений?
6. Какова зависимость изменения коэффициента местных сопротивлений от числа Рейнольдса?

Лабораторная работа № 7 «Опытная проверка уравнения Бернулли»:

- 1) Как записывается уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и какой его физический смысл?
- 2) Какой физический смысл имеют слагаемые уравнения Бернулли?
- 3) Что учитывает коэффициент Кориолиса?
- 4) Как определяется коэффициент гидравлического трения λ ?

Задачи практических занятий

Совокупность задач практических занятий дисциплины «Гидрогазодинамика» сформулирована в следующем учебном пособии:

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 131 с.

Примеры типовых практических задач представлены ниже.

1. Зазор между валом и втулкой заполнен маслом толщина слоя, которого равна δ . Диаметр вала D , длина втулки L . Вал вращается равномерно под воздействием вращающего момента M . Определить частоту вращения вала, если температура масла равна 40°C .

2. Из напорного бака вода течет по трубе диаметром $d_1 = 20$ мм и затем вытекает в атмосферу через насадок с диаметром выходного отверстия $d_2 = 10$ мм (рис. 4.3). Избыточное давление воздуха в баке $p_0 = 0,18$ МПа; высота $H = 1,6$ м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорости течения воды в трубе V_1 и на выходе из насадка V_2 .

3. Определить расход воды, вытекающей из бака через короткую трубку (насадок) диаметром $d = 30$ мм и коэффициентом сопротивления $\zeta = 0,5$, если показание ртутного манометра $h_{pm} = 1,47$ м; $H_1 = 1$ м; $H_0 = 1,9$ м; $l = 0,1$ м (рис. 4.14).

Контрольная работа

Контрольная работа посвящена расчету параметров и характеристик капельных жидкостей, и составлено на основе тем «Гидростатика и гидродинамика» и «Уравнение Бернулли и уравнение количества движения».

Формулировки заданий для контрольной работы приведены в учебном пособии:

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 131 с.

Задачи сформулированы в общем виде. Исходные данные для решения задач выбираются из таблицы по шифру зачетной книжки студента.

Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Силы, действующие в жидкость.
2. Дифференциальное уравнение покоя жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики.
4. Относительный покой жидкости.
5. Метод исследования жидкостей.
6. Виды движения жидкостей.
7. Кинематические элементы и струйная модель потока.
8. Понятие о расходе и средней скорости.
9. Уравнение неразрывности.
10. Режимы движения жидкости.
11. Расчетная модель турбулентного потока.
12. Турбулентность и её основные статистические характеристики.
13. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
14. Уравнение количества движения для потока жидкости.
15. Уравнение момента количества движения.
16. Подобие гидродинамических процессов.
17. Виды потерь энергии.
18. Потеря энергии на трение при ламинарном движении жидкости.
19. Формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения λ . Исследования Никурадзе.
20. Местные потери энергии при турбулентном режиме в случае резкого расширения канала. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
21. Уравнения сохранения для одномерных течений.
22. Скорость распространения звука.
23. Одномерное изэнтропийное течение.
24. Газодинамические функции.
25. Одномерные течения при различных воздействиях на поток.
26. Неоднородные потоки и различные способы их осреднения.
27. Вихревое и безвихревое движение.
27. Теорема Стокса.
28. Уравнения Эйлера и Громеки-Лэмба.
29. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости.
30. Теорема Жуковского.
30. Волны разрежения и сжатия в сверхзвуковом потоке.
31. Скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке.
32. Течение с переходом через скорость звука.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Виноградов В.С. Гидрогазодинамика. Несжимаемая жидкость. Теория, примеры и задачи: учеб. пособие / В.С. Виноградов, А.В. Космынин, О.А. Красильникова; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. А.В. Космынина.– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018. – 131 с.
2. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов / Л.Г. Лойцянский.

ский. - 7-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2003; Наука: 1987. - 840с.

3. Самойлович, Г.С. Гидрогазодинамика : учебник для вузов / Г. С. Самойлович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 384с.

8.2 Дополнительная литература

1. Касилов, В.Ф. Справочное пособие по гидрогазодинамике для теплоэнергетиков / В. Ф. Касилов. - М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 270с.

2. Дейч, М.Е. Гидрогазодинамика : учебное пособие для вузов / М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Экспериментальная проверка основного закона гидростатики: методические указания к лабораторной работе / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. -9 с.

2. Определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода / сост.: А.В. Космынин, А.Д. Бурменский, О.А. Красильникова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2005. -8 с.

3. Определение потерь напора на трение / сост.: А.В. Космынин, А.Д. Бурменский, О.А. Красильникова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2005. -8 с.

4. Исследование характеристик самотечного трубопровода / сост.: А.В. Космынин, И.В. Каменских. – Комсомольск-на-Амуре: ФГОБУВПО «КНАГТУ», 2015. -8 с.

5. Измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. -11 с.

6. Изучение режимов движения жидкости в круглой трубе / сост.: О.А. Красильникова, Н.С. Гуменюк, Н.С. Ломакина, О.В. Третьякова. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. -9 с.

7. Опытная проверка уравнения Бернулли / сост.: А.В. Космынин, И.В. Каменских, М.П. Шадрин, Н.А. Иванова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГОБУВПО «КНАГТУ», 2015. -9 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 191272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://knastu.ru/page/538>, <http://www.iprbookshop.ru>, <https://e.lanbook.com>,
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>, <http://arch.neicon.ru/xmlui/>, <http://znanium.com>.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

| Наименование ПО | Реквизиты / условия использования |
|---------------------------|--|
| Microsoft Imagine Premium | Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019 |
| OpenOffice | Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html |

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

| Аудитория | Наименование аудитории (лаборатории) | Используемое оборудование |
|-----------|---|---|
| | Специализированная аудитория кафедры КС | Специализированная (учебная) мебель (столы, стулья, доска аудиторная), мультимедийный проектор |
| 12/1 | Специализированная лаборатория кафедры КС | Учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 16 рабочих мест, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (столы, стулья, доска аудиторная), экспериментальными установками. |

10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необ-

ходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.