

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление бакалавриата: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий.

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Смоленск – 2016 г.

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

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности бакалавров, развитие способности у студентов самостоятельно решать в будущей инженерной деятельности многочисленные вопросы, непосредственно связанные с движением и равновесием жидкости.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2: способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования;
- ПК-2: способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидравлического оборудования и гидротехнических систем; основные подходы к формализации и моделированию движения и равновесия жидкости и газа; постановку и методы решения задач о движении жидкости и газа; методы теоретического и экспериментального исследования гидродинамических процессов в гидравлических машинах и системах транспорта энергоносителей (ОПК-2);
- типовые методики гидростатических и гидродинамических расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта энергоносителей, стандартные средства и системы автоматизации выполнения гидравлических расчетов (ПК-2).

Уметь:

- использовать базовые знания в области естественно-научных дисциплин для выполнения гидравлических расчетов трубопроводов; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при рассмотрении вопросов гидростатики, гидродинамики потоков, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; проводить эксперименты на гидравлических системах по заданной методике и анализировать результаты (ОПК-2);
- проводить гидравлические расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации с применением стандартных средств и систем автоматизации выполнения гидравлических расчетов (ПК-2);

Владеть:

- соответствующим физико-математическим аппаратом для выполнения гидравлических расчетов в элементах теплотехнического, теплотехнологического оборудования и трубопроводах; методологией современных подходов к гидравлическим расчетам систем транспорта энергоносителей; методиками проведения экспериментов на гидравлических сетях и анализа результатов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата (ОПК-2);
- методами проведения гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации и применением средств и систем автоматизации выполнения (ПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к Базовой части дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки в соответствии с ОПК-2, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

| | |
|-------------|--|
| Б1.Б.4 | Высшая математика |
| Б1.Б.5 | Физика |
| Б1.Б.6 | Химия |
| Б1.Б.9 | Техническая термодинамика |
| Б1.Б.19 | Теоретическая механика |
| Б1.В.ОД.14 | Материаловедение. Технология конструкционных материалов |
| Б1.В.ДВ.2.1 | Метрологические измерения в теплоэнергетике и теплотехнике |
| Б1.В.ДВ.2.2 | Теория теплопроводности |

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций ОПК-2 в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении последующих учебных дисциплин:

| | |
|-------------|--|
| Б1.Б.10 | Тепломассообмен |
| Б1.В.ОД.1 | Введение в теплоэнергетику |
| Б1.В.ОД.3 | Котельные установки и парогенераторы |
| Б1.В.ОД.9 | Электроснабжение промышленных предприятий |
| Б1.В.ОД.10 | Электропривод на объектах теплоэнергетики |
| Б1.В.ДВ.3.1 | Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники |
| Б1.В.ДВ.3.2 | Теория подобия и моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники |
| Б1.В.ДВ.4.1 | Физико-химические основы подготовки воды и топлива |
| Б1.В.ДВ.4.2 | Воднохимический баланс систем очистки источников теплоты |
| Б1.В.ДВ.5.1 | Основы трансформации тепла |
| Б1.В.ДВ.5.2 | Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики |
| Б1.В.ДВ.7.1 | Теплогенерирующие установки промышленных предприятий |
| Б1.В.ДВ.7.2 | Утилизация высокотемпературных вторичных энергоресурсов промышленных предприятий |

Дисциплина является начальной в образовательной траектории формирования компетенции ПК-2.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций ПК-2 в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении последующих учебных дисциплин:

| | |
|--------------|--|
| Б1.Б.11 | Электротехника и электроника |
| Б1.В.ОД.3 | Котельные установки и парогенераторы |
| Б1.В.ОД.5 | Нагнетатели и тепловые двигатели |
| Б1.В.ОД.7 | Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла |
| Б1.В.ОД.8 | Тепломассообменное оборудование предприятий |
| Б1.В.ОД.9 | Электроснабжение промышленных предприятий |
| Б1.В.ОД.10 | Электропривод на объектах теплоэнергетики |
| Б1.В.ОД.11 | Прикладная механика |
| Б1.В.ДВ.5.1 | Основы трансформации тепла |
| Б1.В.ДВ.5.2 | Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики |
| Б1.В.ДВ.6.1 | Теплотехнологические процессы и установки |
| Б1.В.ДВ.6.2 | Высокотемпературные установки промышленных предприятий |
| Б1.В.ДВ.8.2 | Использование системы автоматизированного проектирования в теплоэнергетике |
| Б1.В.ДВ.9.1 | Инженерные сети зданий и сооружений |
| Б1.В.ДВ.9.2 | Системы теплоснабжения и вентиляции |
| Б1.В.ДВ.10.1 | Технологические энергосистемы предприятий |
| Б1.В.ДВ.10.2 | Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях |

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при выполнении бакалаврской выпускной работы и дальнейшему обучению по программе магистерской подготовки.

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

Аудиторная работа

| | | |
|---|-------------|-----------|
| Цикл: | Б1 | Семестр |
| Часть цикла: | Вариативная | |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.В.ОД.13 | |
| Часов (всего) по учебному плану: | 216 | 4 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ) | 6 | 4 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов) | 1, 36 | 4 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 4 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 4 семестр |
| Курсовое проектирование (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 4 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 1,5, 81 | 4 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов всего) | 45 | 4 семестр |

Самостоятельная работа студентов

| Вид работ | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
|--|------------------------|
| Изучение материалов лекций (лк) | 0,25, 9 |
| Подготовка к практическим занятиям (пз) | 0,5, 18 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб) | 0,5, 18 |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата) | - |
| Выполнение курсовой работы | 1, 36 |
| Подготовка к тестированию | - |
| Подготовка к зачету | - |
| Всего: | 2,25, 81 |
| Подготовка к экзамену | 1,25, 45 |

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

| № п/п | Темы дисциплины | Всего часов на тему | Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоёмкость (в часах) | | | | |
|--|--|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | Лк | Пр | Лаб | КП | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Тема 1. Основы гидростатики | 21 | 6 | 4 | | | 11 |
| 2 | Тема 2. Основы кинематики и динамики жидкости и газа. | 60 | 12 | 6 | 8 | 9 | 25 |
| 3 | Тема 3. Одномерное движение жидкости и газа. | 90 | 18 | 8 | 10 | 9 | 45 |
| всего 216 часа по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену) | | | 36 | 18 | 18 | 18 | 81 |

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Основы гидростатики.

Лекция 1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Гидростатическое давление и его свойства. (2 часа).

Лекция 2. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости. Равновесие жидкости под действием силы тяжести. Относительный покой жидкости. (2 часа).

Лекция 3. Сила давления жидкости на плоскую стенку и криволинейную поверхность. Эпюры давления жидкости. (2 часа).

Практическое занятие 1. Основные физические свойства жидкостей и газов (2 часа).

Практическое занятие 2. Основное уравнение гидростатики. Эпюры гидростатического давления. (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему контролю знаний, выполнение курсовой работы (всего к теме №1 – 11 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям, текущие консультации по курсовой работе.

Тема 2. Основы кинематики и динамики жидкости и газа.

Лекция 4. Струйная модель потока. Уравнение неразрывности. (2 часа).

Лекция 5. Дифференциальное уравнение движения жидкости. (2 часа).

Лекция 6. Вихревое и потенциальное движение. Уравнение движения жидкости в форме Громеки-Лэмба.. (2 часа).

Лекция 7. Уравнение Бернулли для элементарной струйки жидкости. (2 часа).

Лекция 8. Уравнение Бернулли для потока жидкости. (2 часа).

Лекция 9. Понятие о подобии гидродинамических процессов. Критерии подобия для течений несжимаемых жидкостей и газовых течений. Особенности физического и математического моделирования течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей. (2 часа).

Практическое занятие 3. Уравнение неразрывности (2 часа).

Практическое занятие 4. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости (2 часа).

Практическое занятие 5. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости (4 часа).

Лабораторная работа 1. Изучение режимов течения в круглых трубах. (4 часа)

Лабораторная работа 2. Пьезометрические графики простого трубопровода. (4 часа)

Курсовое проектирование. Выполнение курсовой работы на тему «Расчет разветвленной гидравлической сети» (9 часов).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение курсовой работы (всего к теме №2 – 25 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, защита лабораторных работ, текущие консультации по курсовой работе.

Тема 3. Одномерное движение жидкости и газа.

Лекция 10. Классификация гидравлических сопротивлений. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления. Формула Дарси-Вейсбаха для вычисления гидравлических потерь. Определение коэффициента гидравлического трения. (2 часа).

Лекция 11. Основные типы местных гидравлических сопротивлений. Потери напора на местных сопротивлениях. (2 часа).

Лекция 12. Движение несжимаемой жидкости в напорных трубопроводах. Движение сжимаемой жидкости (газа) в трубопроводах. (2 часа).

Лекция 13. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Скорость и расход жидкости при истечении из отверстия. Коэффициенты скорости, сжатия и расхода. Истечение через затопленное отверстие (под уровень). (2 часа).

Лекция 14. Истечение жидкости при постоянном напоре через насадки. Истечение жидкости из большого отверстия в атмосферу и под уровень. Истечение при переменном напоре через отверстия и насадки. (2 часа).

Лекция 15. Движение сжимаемой жидкости (газа). Различные формы уравнения Сен-Венана для адиабатического течения идеального газа. Энтальпия газового потока. Скорость распространения звук. (2 часа).

Лекция 16. Истечение газа через сужающееся сопло. Критическое отношение давлений. Сопло Лавая и режимы его работы. (2 часа).

Лекция 17. Распространение возмущений, вызванных местным изменением давления. Гидравлический удар. Причины и виды гидравлического удара. Определение характеристик при гидравлическом ударе. (2 часа).

Лекция 18. Прямой скачок уплотнения. Изменение параметров газа при переходе через скачок. (2 часа).

Практическое занятие 10. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. (4 часа).

Практическое занятие 13. Гидравлический расчет трубопроводов (2 часа).

Практическое занятие 14. Гидравлический расчет газопроводов (2 часа).

Лабораторная работа 3. Определение местных гидравлических сопротивлений. (8 часов)
Защита лабораторных работ (2 часа).

Курсовое проектирование. Выполнение курсовой работы на тему «Расчет разветвленной гидравлической сети» (9 часов).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение, оформление, подготовка к защите курсовой работы. (всего к теме №3 – 45 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам, защита лабораторных работ, текущие консультации по курсовой работе

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- конспект лекций по дисциплине,
- методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям (см. Приложение 1),
- методические указания по лабораторным работам,
- задания с методическими указаниями к курсовой работе по дисциплине.

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

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования»; ПК-2 «способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием».

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, лабораторных работах, выполнении курсовой работы, успешной сдачи зачета с оценкой.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, лабораторным работам, курсовой работы. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защите курсовой работы, ответах на практических занятиях и при защите лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидравлического оборудования и гидротехнических систем;
- основные подходы к формализации и моделированию движения и равновесия жидкости и газа;
- постановку и методы решения задач о движении жидкости и газа;
- методы теоретического и экспериментального исследования гидродинамических процессов в гидравлических машинах и системах транспорта энергоносителей;

наличие умения:

- использовать базовые знания в области естественно- научных дисциплин для выполнения гидравлических расчетов трубопроводов;
- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих при рассмотрении вопросов гидростатики, гидродинамики потоков,
- привлекать для решения вопросов гидрогазодинамики соответствующий физико-математический аппарат;
- проводить эксперименты на гидравлических системах по заданной методике и анализировать результаты;

присутствие навыка:

- практического применения соответствующего физико-математического аппарата для выполнения гидравлических расчетов в элементах теплотехнического, теплотехнологического оборудования и трубопроводах;
- владения методологией современных подходов к гидравлическим расчетам систем транспорта энергоносителей;
- применения методик проведения экспериментов на гидравлических сетях и анализа результатов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата;

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2 «способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям, лабораторным работам, курсовой работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защите курсовой работы, ответах на практических занятиях и при защите лабораторных работ.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- типовые методики гидростатических и гидродинамических расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта энергоносителей,
- стандартные средства и системы автоматизации выполнения гидравлических расчетов;

наличие умения:

- проводить гидравлические расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам;
- пользоваться нормативной технической документацией;
- применять современные методы поиска и обработки информации;
- применением стандартных средств и систем автоматизации выполнения гидравлических расчетов;

присутствие навыка:

- владения методикой проведения гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей;

- работы с технической и нормативной документацией при решении практических задач гидрогазодинамики;
- применения современных методов поиска и обработки информации;
- работы с современными средствами и системами автоматизации при выполнении гидравлических расчетов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций: ОПК-2: способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования; ПК-2: способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» в процессе выполнения и защиты контрольных работ, в результате выполнения лабораторных работ и заданий на практических занятиях.

Предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Расчет разветвленной гидравлической сети». В процессе защиты курсовой работы студенту задается 2 вопроса.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один вопрос и частичный ответ на второй вопрос – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций: ОПК-2: способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования; ПК-2: способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ (Михайлов В.А., Фокин А.М. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика». – Смоленск: СФМЭИ, 2008) задается 2 вопроса из примерного перечня, приведенного в методических указаниях.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций: ОПК-2: способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретические и экспериментальные исследования; ПК-2: способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию. Способность называть при устном ответе основные законы гидростатики и гидродинамики, приводить простейшие соотношения для гидравлического расчета трубопроводов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно выполнять гидравлические расчеты гидротехнического

оборудования – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен проектировать и подбирать элементы гидравлических систем – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Гидрогазодинамика» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 4 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,

характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Физические свойства жидкостей. Реальная и идеальная жидкость.
2. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для капельных жидкостей.
3. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для газов.
4. Вязкость жидкостей. Зависимость вязкости от температуры и давления.
5. Вязкость газов. Зависимость вязкости от температуры и давления.
6. Поверхностное натяжение, смачивающая способность жидкостей.
7. Гидростатическое давление и его свойства. Способы измерения давления.
8. Основная формула гидростатики.
9. Закон Паскаля и его использование в технике.
10. Избыточное и вакуумметрическое давление.
11. Силы гидростатического давления на плоские поверхности. Центр давления.
12. Силы гидростатического давления на криволинейные поверхности. Центр давления.
13. Сила Архимеда. Плавание тел.
14. Линии и трубки тока. Поле скоростей. Уравнение сплошности течения.
15. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и его геометрический смысл.
16. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и его энергетический смысл.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости.
18. Уравнение Сен - Венана для изотермического и адиабатического течения идеального газа.
19. Виды и режимы движения жидкости.
20. Равномерное движение жидкости. Средняя скорость и расход.
21. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
22. Неравномерное движение жидкости.
23. Классификация гидравлических сопротивлений.
24. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления.
25. Формулы Дарси и Вейсбаха для вычисления гидравлических потерь.
26. Основные типы местных гидравлических сопротивлений.
27. Основные задачи расчета трубопроводных систем.
28. Построение пьезометрических графиков при расчете трубопроводных систем.
29. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при постоянном напоре.
30. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при переменном напоре.
31. Истечение жидкости через насадки.
32. Скорость распространения звука и число Маха.
33. Зависимость между скоростью звука и скоростями течения сжимаемой жидкости.
34. Зависимость между изменениями сечения и скоростью течения потока сжимаемой жидкости
35. Зависимость между изменениями плотности и скоростью течения потока сжимаемой жидкости.
36. Истечение газа через сужающееся сопло.
37. Сопло Лавала и режимы его работы.
38. Понятие о подобии гидромеханических процессов. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений. Понятие об автомодельности.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Определение избыточного гидростатического давления на заданной глубине.
2. Расчет силы давления на плоскую поверхность и определение положения центра давления.
3. Графический способ определения величины суммарного давления жидкости на плоскую поверхность и положения центра давления.
4. Расчет силы давления на криволинейную поверхность и определение положения центра давления.
5. Расчет скорости потока и расхода жидкости.
6. Расчет коротких трубопроводов.
7. Определение расхода с использованием уравнения Д.Бернулли.
8. Определение потерь напора на трение по длине потока и на местных сопротивлениях.
9. Определение потерь напора в гидравлически коротком трубопроводе.
10. Определить напор в резервуаре, необходимый для подачи заданного расхода по трубе.
11. Определить модуль расхода K для трубы.
12. Определить гидравлический уклон на участке трубы.
13. Расчет длинных трубопроводов.
14. Расчет простого водопровода.
15. Определить напор в резервуаре, необходимый для подачи заданного расхода по системе труб.
16. Расчет элементов сложного трубопровода.
17. Расчет потерь напора на участке простого трубопровода.
18. Расчет потерь напора на участке сложного трубопровода.
19. Построить линию падения напора по длине трубопровода.
20. Определить диаметр трубы, необходимый для пропускания заданного расхода воды.
21. Расчет движения газов по трубам.
22. Определение требуемого диаметра трубопровода для подачи сжатого воздуха.
23. Определение весового и объемного расхода воздуха, подаваемого по трубопроводу.
24. Определение времени, необходимого для наполнения газом резервуаров.
25. Расчет истечения жидкости из отверстий и насадок.
26. Определение расхода жидкости через отверстия и насадки.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

В экзаменационном билете предусмотрено 2 вопроса теоретического материала – вопросы по лекционному материалу (вопр.1-52). Третий вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в контрольных работах (задачи представлены в дополнительных методических материалах по дисциплине).

1. Основные физические свойства жидкости. Сжимаемость, вязкость, текучесть.
2. Гидростатика. Понятие элементарного объема. Силы и напряжения.
3. Закон Паскаля.
4. Уравнения Эйлера статического равновесия жидкости в скалярной и векторной форме.
5. Гидростатическое давление.
6. Понятие статического напора и их виды.
7. Равновесие покоящейся жидкости в гравитационном поле.

8. Равновесие жидкости в поле сил инерции.
9. Давление жидкости на плоские и криволинейные стенки.
10. Пьезометрическая высота. Пьезометры.
11. Кинематика жидкости. Методы Эйлера и Лагранжа описания жидкого объема.
12. Основные понятия кинематики.
13. Расход жидкости. Виды расходов.
14. Дифференциальное уравнение неразрывности.
15. Уравнение Сен - Венана для изотермического и адиабатического течения идеального газа.
16. Виды и режимы движения жидкости.
17. Равномерное движение жидкости. Средняя скорость и расход.
18. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
19. Интегральное уравнение неразрывности.
20. Уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости.
21. Классификация видов движения жидкости по различным признакам.
22. Общие понятия одномерного стационарного течения идеальной жидкости. Основные уравнения.
23. Три вида напоров для сжимаемой и несжимаемой жидкости.
24. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока идеальной жидкости.
25. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока реальной жидкости.
26. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
27. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
28. Режимы течения. Критическая скорость и критическое число Рейнольдса.
29. Общие понятия о потерях напора.
30. Распределение скоростей в трубах круглого сечения при ламинарном и турбулентном режимах течения.
31. Среднерасходная скорость и коэффициент Кориолиса при ламинарном режиме течения в круглых трубах.
32. Формула Дарси - Вейсбаха. Коэффициент трения.
33. Практические способы определения коэффициента трения. Понятия о гидравлически гладких поверхностях.
34. Графики Никурадзе и Кольбука.
35. Общие понятия о гидравлическом расчете трубопроводов.
36. Классификация местных гидравлических сопротивлений.
37. Потери напора при внезапном расширении и сужении трубопровода.
38. Потери напора в диффузорах и конфузорах. Оптимальный угол раскрытия диффузора.
39. Истечение из отверстий и насадок.
40. Истечение под уровень (через затопленное отверстие).
41. Гидравлический расчет напорных трубопроводов.
42. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при постоянном напоре.
43. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при переменном напоре.
44. Истечение жидкости через насадки.
45. Скорость распространения звука и число Маха.
46. Истечение газа через сужающееся сопло.
47. Сопло Лавая и режимы его работы.
48. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений.
49. Различные формы уравнения Сен - Венана для адиабатического течения идеального газа.
50. Критическая, максимальная скорости газа и параметры торможения.
51. Прямой скачок уплотнения. Изменение параметров газа при переходе через скачок.
52. Гидравлический удар. Прямой и непрямой гидравлический удар.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Гидрогазодинамика», в которые входят методические рекомендации к выполнению лабораторных работ (Михайлов В.А., Фокин А.М. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика». – Смоленск: СФМЭИ, 2008) и заданий на самостоятельную работу во время практических занятий (приложение 1 к настоящей РПД), заданий с методическими рекомендациями к курсовой работе.

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

а) основная литература

1. Зарянкин А.Е. Механика несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Учебник. - М.: Изд-во МЭИ, 2014.-599 с. Доступ по адресу <http://www.nebook.ru/?book=226>.
2. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Учебник. – СПб.:Изд-во Лань, 2015.-656 с. Доступ по адресу http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=64346
3. Зуева Е.Ю. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями. - М.: Изд-во МЭИ, 2012.-144с. Доступ по адресу <http://www.nebook.ru/?book=181>.
4. Козырь И.Е., Пикалова И.Ф., Ханов Н.В. Практикум по гидравлике. – СПб.:Изд-во Лань, 2016.-176 с. Доступ по адресу <https://e.lanbook.com/reader/book/64346/#1>

б) дополнительная литература

1. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчетов. – изд-во Лань, 2014.- 320 с. Доступ по адресу http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50160
2. Михайлов В.А., Фокин А.М. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика». – Смоленск: СФМЭИ, 2008.-24с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Официальный сайт библиотеки МЭИ в г. Смоленске – <http://lib.sbmpei.ru/>
2. Электронная библиотека НЭЛБУК - <http://www.nebook.ru/>
3. ЭБС «ЛАНЬ» - <http://e.lanbook.com>
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции, практические занятия, лабораторные работы, курсовую работу. Изучение курса завершается зачетом с оценкой.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения лабораторных работ, всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки объема работы преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе, изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задачам из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

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

При проведении лекционных занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

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

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в обычной учебной аудитории.

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории гидравлики на соответствующих лабораторных стендах.

Автор

к.т.н., доцент



Михайлов В.А.

Зав. кафедрой

к.т.н., доцент



Михайлов В.А.

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 29 августа 2016г., протокол №1.