



Министерство науки
и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
Институт дистанционного
и дополнительного образования



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИДДО

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шиндина Т.А. |
| | Идентификатор | Rd0ad64b2-ShindinaTA-e12224c9 |

(подпись)

Т.А. Шиндина
(расшифровка подписи)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
профессиональной переподготовки

| | |
|------------------------|---|
| Наименование программы | Гидравлика и гидротехнические сооружения |
| Форма обучения | очная |
| Выдаваемый документ | диплом о профессиональной переподготовке |
| Новая квалификация | не присваивается |
| Центр ДО | ОДПО, Центр профессионального обучения "Профессии Будущего" |

Зам. директора ИДДО

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Усманова Н.В. |
| | Идентификатор | R3b653adc-USmanovaNatV-90b3fa4 |

Н.В.
Усманова

Начальник ОДПО

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крохин А.Г. |
| | Идентификатор | R6d4610d5-KrokhinAG-aa301f84 |

А.Г. Крохин

Начальник ФДО

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Малич Н.В. |
| | Идентификатор | R13696f6e-MalichNV-45fe3095 |

Н.В. Малич

Руководитель ОДПО,
ЦПО ПБ

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Кнутова А.Н. |
| | Идентификатор | Rd17ac9bb-KnutovaAN-27b4bb68 |

А.Н. Кнутова

Руководитель
образовательной
программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Островский В.Л. |
| | Идентификатор | Read73644-OstrovskyVL-5c33e8f9 |

В.Л.
Островский

Москва

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Цель: профессиональная переподготовка слушателей с целью получения новых компетенций в области гидравлики и гидротехнических сооружений, подготовка к работе для выполнения нового вида профессиональной деятельности..

Программа составлена в соответствии:

- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденным приказом Минобрнауки от 28.02.2018 г. № 14522.03.2018 г. № 50468.

- с Профессиональным стандартом 16.066 «Специалист в области проектирования насосных станций, систем водоснабжения и водоотведения», утвержденным приказом Минтруда 17.11.2020 г. № 805н, зарегистрированным в Минюсте России 22.12.2020 г. № 61712, уровень квалификации 7.

- с Профессиональным стандартом 17.031 «Гидротехник (водный транспорт)», утвержденным приказом Минтруда 18.11.2016 г. № 668н, зарегистрированным в Минюсте России 01.12.2016 г. № 44530, уровень квалификации 6.

Форма реализации: обучение в МЭИ.

Форма обучения: очная.

Режим занятий:

Расписание занятий по дополнительной образовательной программе может устанавливаться в зависимости от набора в группы. Конкретные даты проведения занятий указываются в договоре на оказание образовательных услуг. Данные расписания хранятся в электронной системе учета хода реализации программы. При любом графике занятий учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

Требования к уровню подготовки слушателя, необходимые для освоения программы: лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь высшее образование. Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца..

Выдаваемый документ: при успешном прохождении программы и сдаче итоговой аттестации выдается диплом о профессиональной переподготовке установленного образца.

Срок действия итоговых документов

Срок действия итоговых документов регламентируется на основе правил по работе с персоналом в сфере деятельности данной программы, устанавливается на основе содержания программы и составляет (в годах): бессрочно.

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

2.1. Компетенции

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать компетенциями (табл. 1).

Таблица 1

Компетентностно-ориентированные требования к результатам освоения программы

| Компетенция | Требования к результатам |
|--|--|
| УК-2: способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | Знать: - Конструктивные особенности эксплуатируемых гидротехнических сооружений; - Современные подходы к оценке состояния ГТС и обеспечения его безопасности; - Виды повреждений плотин под действием водной среды. |
| | Уметь: - Планировать технические осмотры ГТС; - Выполнять оценку состояния ГТС. |
| | Владеть: - Методами расчетов устойчивости откосов грунтовых плотин. |
| УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Знать: - Природоохранное законодательство; - Нормативно-техническую документацию по водоснабжению и водоотведению. |
| | Уметь: - Применять справочную и нормативно-техническую документацию по проектированию гидротехнических сооружений; - Выбирать технические данные для обоснованного принятия решений по проектированию насосных станций систем водоснабжения и водоотведения. |
| | Владеть: - Навыками детализации основных технических и технологических требований к проектируемым насосным станциям. |
| ОПК-4: способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках | Знать: - Основные законы движения жидкости и газа, параметры водных потоков; - Режимы пропусков воды через гидроузлы. |
| | Уметь: - Рассчитывать силу гидростатического давления в задачах гидравлики; - Избыточное гидростатическое давление. |

| | |
|---|--|
| | <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками расчета истечения из отверстий и насадков; - Навыками расчета расхода воды в трубопроводе. |
| <p>ОПК-3: способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Критерии подобия при моделировании гидравлических явлений; гидравлический смысл слагаемых уравнения Бернулли; - Особенности ламинарного течения жидкости в круглой трубе; особенности расчета гидравлического прыжка; - Методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования течений жидкости и газа. |
| | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Рассчитывать гидравлический прыжок; - Рассчитывать силу давления на плоскую и криволинейную стенку; - Рассчитывать параметры турбулентного потока; рассчитывать гидравлические сопротивления в трубе и в открытом потоке; - Рассчитывать параметры сложного трубопровода; - Рассчитывать кривые свободной поверхности за водосливом; кривую депрессии при расчете дренажа. |
| | <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками расчета откосов грунтовых плотин. |

В результате освоения программы слушатель должен быть способен реализовывать трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом (табл. 2).

Уровень квалификации 6.

Таблица 2

Практико-ориентированные требования к результатам освоения программы

| Трудовые функции | Требования к результатам |
|------------------|--|
| 16.066 | «Специалист в области проектирования насосных станций, систем водоснабжения и водоотведения» |

| | |
|---|---|
| <p>ПК-719/А/01.6/1 способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения</p> | <p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сбор сведений о существующих и проектируемых насосных станциях систем водоснабжения и водоотведения; - Сбор и предварительный анализ исходных данных для проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения; - Поиск и предварительный анализ современных технических и технологических решений, возможных к применению на проектируемых насосных станциях; - Поиск и анализ актуальной нормативной документации для проектируемых насосных станций; - Выявление номенклатуры оборудования заводского производства, возможного для применения при проектировании насосных станций, и его технических характеристик; - Формирование и подготовка технических отчетов по результатам предпроектной подготовки, сбора и анализа исходных данных; - Определение объема необходимых исходных данных для проектирования насосных станций, включая объем необходимых изысканий и обследований. |
| | <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Осуществлять сбор, обработку и анализ актуальной справочной и нормативной документации по проектированию насосных станций; - Оформлять результаты выполненных трудовых действий; - Подготавливать обзоры, отзывы, отчеты, заключения; - Производить поиск и анализ современных проектных решений по насосным станциям; - Выбирать технические данные для обоснованного принятия решений по проектированию насосных станций; - Производить поиск нормативной документации по проектированию насосных станций и анализировать ее; - Определять объемы и сроки проведения работ по сбору и анализу данных; - Пользоваться профессиональными компьютерными программными средствами. |

| | |
|--|---|
| | <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Нормативная документация в проектировании и строительстве; - Нормативная документация по водоснабжению и водоотведению; - Природоохранное законодательство Российской Федерации; - Критерии оценки оборудования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения; - Принцип действия и технико-экономические характеристики оборудования и технологических схем насосных станций систем водоснабжения и водоотведения; - Номенклатура оборудования заводского производства и его технические характеристики, возможные для применения при проектировании насосных станций; - Основные технические и технологические требования к проектируемым насосным станциям; - Требования охраны труда; - Требования рациональной и безопасной организации трудового процесса; - Принципы проектирования насосных станций систем водоснабжения и водоотведения. |
| 17.031 «Гидротехник (водный транспорт)» | |
| <p>ПК-687/G/01.6/1 способен осуществлять навигационно-гидрографическое обеспечение условий плавания судов по внутренним водным путям</p> | <p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организация и проведение гидрографического изучения обслуживаемых внутренних водных путей. <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организовывать и проводить русловые изыскания и гидрологические исследования на внутренних водных путях. <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Закономерности движения воды и наносов в реках; - Особенности водного режима озер и водохранилищ; - Законодательство Российской Федерации и иные нормативные правовые акты, регулирующие деятельность водного транспорта; - Трудовое законодательство Российской Федерации; - Требования охраны труда; - Нормативное обеспечение и состав работ, выполняемых при содержании внутренних водных путей. |

| | |
|---|--|
| <p>ПК-687/И/01.6/1 способен осуществлять разработку проектной документации гидротехнических сооружений и сооружений береговой инфраструктуры водного транспорта</p> | <p>Трудовые действия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подготовка вариантов проектируемого объекта водного транспорта и их сравнительный анализ; - Обоснование предварительных инженерно-технических, технологических, конструктивных и иных решений по проектируемому объекту водного транспорта; - Подготовка инженерно-технических, технологических, конструктивных и иных решений гидротехнических сооружений и их комплексов транспортного назначения; - Оценка ресурсов, необходимых для реализации проекта по выбранному варианту; - Разработка раздела по натурным наблюдениям за работой сооружений и их состоянием в процессе строительства и эксплуатации; - Разработка технических решений по использованию инфраструктуры проектируемого объекта в строительный и эксплуатационный периоды; - Подготовка системного проекта и отчетной документации; - Разработка структурной схемы и технических решений системы мониторинга состояния сооружений, природных и техногенных воздействий на них; - Сбор исходных данных, необходимых для разработки проектной документации объекта водного транспорта; - Разработка основных мероприятий по охране окружающей среды. |
| | <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пользоваться системами автоматизированного проектирования; - Работать с технической документацией и справочной литературой по вопросам проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений; - Составлять расчетные схемы и выполнять расчеты гидротехнических сооружений водного транспорта; - Анализировать поступающую конструкторскую документацию в целях ее использования при проектировании и конструировании; - Увязывать принимаемые проектные решения с проектными решениями по другим разделам (частям) проекта; - Проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и патентоспособности; - Анализировать и обобщать опыт разработки проектов и их реализации в гидротехническом строительстве; - Осуществлять авторский надзор за строительством проектируемых объектов. |

| | |
|--|---|
| | <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Требования нормативно-технической документации по разработке и оформлению проектов и другой технической документации; - Технические, экономические, экологические и социальные требования к проектируемым объектам; - Методика предпроектных исследований и формирования заданий на проектирование и строительство; - Методы испытания физико-механических свойств строительных материалов, конструкций и грунтов; - Распорядительные, методические и нормативные документы по проектированию, строительству и эксплуатации объектов; - Методы проектирования и системы автоматизированного проектирования; - Передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования и строительства; - Технология производства гидротехнических и специальных строительных работ; - Методы определения сметной стоимости объектов ремонта, реконструкции, строительства; - Основы стандартизации, сертификации, патентования и авторского права; - Законодательство Российской Федерации и иные нормативные правовые акты, регулирующие деятельность водного транспорта; - Руководящие материалы о порядке действий при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций; - Трудовое законодательство Российской Федерации; - Требования охраны труда. |
|--|---|

2.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации

В результате освоения дополнительной образовательной программы *«Гидравлика и гидротехнические сооружения»* слушатель должен быть готов к области профессиональной деятельности, объектам и задачам.

Область/сферы профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки включает:

- 01 Образование и наука (в сфере научных исследований).
- 20 Электроэнергетика (в сфере энергетического машиностроения).
- 28 Производство машин и оборудования (в сфере проектирования энергетического оборудования).
- Теоретические и научно-исследовательские работы в области гидравлики: решение задач гидродинамики, прочности, устойчивости, ресурса, надежности и безопасности гидротехнических сооружений и их элементов.

- Расчетно-экспериментальные работы с элементами научных исследований в области прикладной гидромеханики.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- Физические процессы в водных потоках.
- Конструкции гидротехнических сооружений и их частей.
- Расчетно-экспериментальные работы в области прикладной гидромеханики, имеющие приложение к области гидроэнергетики и энергомашиностроению.

Выпускник программы должен уметь решать профессиональные **задачи** по видам профдеятельности:

научно-исследовательский:

- сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме гидравлики;
- анализ поставленной задачи в области прикладной гидромеханики на основе подбора и изучения литературных источников;
- построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи;
- участие в составе научно-исследовательской группы в научно-исследовательских работах в области прикладной гидромеханики на основе классических и технических теорий и методов, достижений техники и технологий;
- участие в оформлении отчетов и презентаций о научно-исследовательских работах;
- расчетно-экспериментальная деятельность с элементами научно-исследовательской.

проектно-конструкторский:

- выполнение расчетно-экспериментальных работ в области прикладной механики, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования для проведения механических испытаний, высокопроизводительных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий;
- оформление отчетов и презентаций о расчетно-экспериментальных работах, написание рефератов, докладов и статей на основе современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати;
- участие в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин.

В результате освоения дополнительной образовательной программы слушатель должен обладать способностями к выполнению **нового вида деятельности** соответствующего присваиваемой **квалификации (не предусмотрено)**.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ))

3.1. Трудоемкость программы

Трудоемкость программы включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы составляет:

- **7,1** зачетных единиц;

254 ак. ч.

Структура программы с указанием наименования дисциплин (модулей) и их трудоемкости представлена в табл. 3.

Учебный план дополнительной образовательной программы представлен в приложение А., являющийся неотъемлемой частью программы.

Таблица 3

Структура программы и формы аттестации

| № | Наименование дисциплин (модулей) | всего | Контактная работа, ак. ч | | | | | Самостоятельная работа, ак. ч | Стажировка, ак. ч | Форма аттестации | | | |
|------|---|--------|--------------------------|--------------------|----------------------|----------------|----------|-------------------------------|-------------------|---|---|---|--|
| | | | всего | аудиторные занятия | электронное обучение | обучение с ДОТ | контроль | | | текущий контроль (тест, опрос и пр.) | промежуточная аттестация (зачет, экзамен, защита отчета о стажировке) | итоговая аттестация (итоговый зачет, итоговый экзамен, доклад по результатам стажировки, итоговый аттестационный экзамен, итоговая аттестационная работа) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| 1 | Свойства и модели жидких сред | 2 2 | 10 | 8 | | | 2 | 12 | | | Зачет | | |
| 1.1. | Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики | 8 | 4 | 4 | | | | 4 | | | | | |
| 1.2. | Свойства и модели жидких сред | 1 4 | 6 | 4 | | | 2 | 8 | | | | | |
| 2 | Гидростатика | 2 3 | 20 | 16 | | | 4 | 3 | | | Зачет | | |
| 2.1. | Свойства гидростатического давления и его сил | 2 3 | 20 | 16 | | | 4 | 3 | | Контрольная работа, Лабораторная работа | | | |
| 3 | Кинематика | 2 3 | 12 | 8 | | | 4 | 11 | | | Зачет | | |
| 3.1. | Расход и средняя скорость жидкости, уравнение неразрывности | 2 3 | 12 | 8 | | | 4 | 11 | | | | | |
| 4 | Гидродинамика | 2 3 | 17 | 13 | | | 4 | 6 | | | Зачет | | |
| 4.1. | Гидродинамика одномерных течений несжимаемой | 1 3 | 11 | 9 | | | 2 | 2 | | Лабораторная работа | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|------|--|----|----|----|--|--|---|---|--|--------------------|-------|--|
| | жидкости | | | | | | | | | | | |
| 4.2. | Гидравлические сопротивления | 10 | 6 | 4 | | | 2 | 4 | | Контрольная работа | | |
| 5 | Истечение жидкости | 23 | 15 | 13 | | | 2 | 8 | | | Зачет | |
| 5.1. | Истечение жидкости | 8 | 6 | 4 | | | 2 | 2 | | | | |
| 5.2. | Равномерное и неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах | 6 | 4 | 4 | | | | 2 | | | | |
| 5.3. | Водосливы и гидравлический прыжок | 9 | 5 | 5 | | | | 4 | | | | |
| 6 | Водные ресурсы, водное хозяйство и гидротехника | 23 | 16 | 16 | | | | 7 | | | Зачет | |
| 6.1. | Водные ресурсы и водное хозяйство | 9 | 8 | 8 | | | | 1 | | | | |
| 6.2. | Гидротехника и гидротехнические сооружения | 14 | 8 | 8 | | | | 6 | | | | |
| 7 | Природоохранные сооружения водного хозяйства и промышленности | 23 | 16 | 16 | | | | 7 | | | Зачет | |
| 7.1. | Бетонные плотины | 11 | 8 | 8 | | | | 3 | | | | |
| 7.2. | Грунтовые плотины | 12 | 8 | 8 | | | | 4 | | | | |
| 8 | Водопускные сооружения природоохранных гидроузлов | 23 | 20 | 20 | | | | 3 | | | Зачет | |
| 8.1. | Водопускные сооружения | 9 | 8 | 8 | | | | 1 | | | | |
| 8.2. | Береговые водосбросы низко- и средненапорных гидроузлов | 7 | 6 | 6 | | | | 1 | | | | |
| 8.3. | Закрытые береговые водосбросы и водоспуски | 7 | 6 | 6 | | | | 1 | | | | |
| 9 | Природоохранные сооружения противонаводковой защиты | 23 | 16 | 16 | | | | 7 | | | Зачет | |
| 9.1. | Способы защиты территорий от наводнения | 12 | 8 | 8 | | | | 4 | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------|---|----------------------|-----------------|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-------|---------------------------------|
| 9.2. | Способы защиты территорий от подтоплений | 1 1 | 8 | 8 | | | | 3 | | | |
| 10 | Водохранилища | 2 3 | 16 | 16 | | | | 7 | | Зачет | |
| 10.1 | Водохранилища | 1 1 | 8 | 8 | | | | 3 | | | |
| 10.2 | Природоохранные мероприятия в зоне водохранилища | 1 2 | 8 | 8 | | | | 4 | | | |
| 11 | Сооружения для рыбной отрасли | 2 3 | 18 | 18 | | | | 5 | | Зачет | |
| 11.1 | Мероприятия и сооружения для сохранения и преумножения рыбных запасов | 9 | 8 | 8 | | | | 1 | | | |
| 11.2 | Природоохранные мероприятия и сооружения селезащиты | 7 | 4 | 4 | | | | 3 | | | |
| 11.3 | Хранения жидких отходов промышленности и животноводства | 7 | 6 | 6 | | | | 1 | | | |
| 12 | Итоговая аттестация | 2 | 2 | | | | 2 | | | | Итоговый аттестационный экзамен |
| | ИТОГО: | 2 5 4 | 17 8 | 16 0 | 0 | 0 | 18 | 76 | 0 | | |

3.2. Содержание программы (рабочие программы дисциплин (модулей))

Содержание дисциплин (модулей) представлено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание дисциплин (модулей)

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|------|---|---|
| 1. | Свойства и модели жидких сред | |
| 1.1. | Предмет, методы и аксиоматика гидроаэромеханики | Общие понятия. Гипотеза сплошной среды. Жидкая частица и жидкий объем. Местная мгновенная скорость и представление Эйлера о поле скоростей. Напряженное состояние жидкой среды. Силы, действующие в сплошных жидких средах. |
| 1.2. | Свойства и модели жидких сред | Текучесть, вязкость, сжимаемость. Коэффициенты вязкости. Закон вязкого трения Ньютона. Закон Гука. Различие механики жидкости и механики газа. Режимы течения. Число Рейнольдса, его физический смысл. Характеристики турбулентного потока. Модели жидкой |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|------|---|---|
| | | среды. Кавитация. |
| 2. | Гидродинамика | |
| 2.1. | Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости | Свойства напряжений поверхностных сил. Тензор напряжений. Уравнения движения жидкости в напряжениях. Обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнения Навье-Стокса для вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Рейнольдса; тензор турбулентных напряжений. Некоторые гипотезы о турбулентных напряжениях. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Частные случаи движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для жидкости, для газа при адиабатном процессе; относительное движение идеальной жидкости. Уравнение количества движения и момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков жидкости и газа. Критерии и числа подобия, их роль и физический смысл. Одномерная модель реальных потоков, плавно изменяющиеся течения и их свойства. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Уравнение количества движения. |
| 2.2. | Гидравлические сопротивления | Гидравлические сопротивления. Потери по длине. Основная формула равномерного движения. Коэффициент гидравлического трения для труб с искусственной и естественной шероховатостью. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Графики Никурадзе и Мурина. Ламинарное течение вязкой жидкости в круглой цилиндрической трубе, формула Пуазейля. Турбулентное течение жидкости в трубах. Гипотеза Прандтля о пути перемешивания. Местные гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий, насадков. Расчет простых трубопроводов. Расчет сложных трубопроводов. Формула Дарси-Вейсбаха. |
| 3. | Гидростатика | |
| 3.1. | Свойства гидростатического давления и его сил | Интеграл уравнений Эйлера для гидростатики. Гидростатический напор. Основная формула гидростатики, абсолютное и избыточное давления. Пьезометрический напор и пьезометрическая высота. Вакуумметрические давление и высота. Главный вектор и главный момент сил давления. Сила равномерно распределенного давления, центр давления. Плавание |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|------|--|--|
| | | тел. |
| 4. | Кинематика | |
| 4.1. | Расход и средняя скорость жидкости, уравнение неразрывности | Методы описания движения жидкости. Линии и трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности. Сложное движение жидкой частицы. Теорема Коши-Гельмгольца. Тензор скоростей деформаций. Вихревое движение. Вихревые линии и трубки. Циркуляция скорости. Вихревые теоремы. Безвихревое движение; потенциал скорости. Плоские течения; функция тока. Гидродинамическая сетка для плоского потенциального течения Режимы движения. |
| 5. | Истечение жидкости | |
| 5.1. | Истечение жидкости | Истечение жидкости из отверстий и насадок. Истечение жидкости при переменном напоре. |
| 5.2. | Равномерное и неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах | Особенности равномерного установившегося безнапорного движение воды. Основные гидродинамические параметры равномерного установившегося безнапорного движение воды. Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах. Кривые свободной поверхности. |
| 5.3. | Водосливы и гидравлический прыжок | Терминология и классификация водосливов. Водосливы с тонкой стенкой. Водосливы с широким порогом и со стенкой практического профиля. Водосливы со стенкой практического профиля. Гидравлический прыжок. |
| 6. | Водные ресурсы, водное хозяйство и гидротехника | |
| 6.1. | Водные ресурсы и водное хозяйство | Водные ресурсы и причины их дефицита. Определение понятия «водное хозяйство». Гидротехника как научно-техническая база водного хозяйства. Отрасли водного хозяйства и их роль в жизни страны. Природоохранные функции водного хозяйства. |
| 6.2. | Гидротехника и гидротехнические сооружения | Гидротехнические сооружения (ГТС) как инструмент для реализации целей водного хозяйства. Совместная работа ГТС. Гидроузлы и гидросистемы. Определения и примеры. Канал им. Москвы как пример гидросистемы. Его назначение, плановая и высотная схемы, состав основных сооружений. |
| 7. | Природоохранные сооружения водного хозяйства и промышленности | |
| 7.1. | Бетонные плотины | Основные типы и конструкции бетонных плотин. Проектирование профиля водослива плотины. Выбор удельного расхода и длины водосливного фронта. Конструкции водосбросных плотин и их элементов. Быки бетонных водосливных плотин. Деформационные швы бетонных плотин и их уплотнение. Устои бетонных |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|-------|---|---|
| | | водосливных плотин. Устойчивость и прочность водосливных плотин. Крепление нижнего бьефа водосливных бетонных плотин. Подземный контур бетонных плотин. |
| 7.2. | Грунтовые плотины | Требования к грунтовым материалам плотин. Выбор створа и типа грунтовой плотины. Проектирование профиля земляной плотины. Крепления откосов земляных насыпных плотин. Противофильтрационные элементы в земляных плотинах. Дренажные устройства в теле и основании земляных плотин. Применение геотекстиля в качестве дренажей, фильтров, межконтактных и армирующих элементов земляных плотин. Противофильтрационные элементы в проницаемых нескальных основаниях земляных и каменно-земляных плотин. Основные положения расчетов (фильтрационных, фильтров и дренажей и устойчивости откосов) грунтовых плотин. Фильтрационные расчеты земляных плотин. Прогноз геотехнических характеристик грунтов плотин. |
| 8. | Водопропускные сооружения природоохранных гидроузлов | |
| 8.1. | Водопропускные сооружения | Назначение и классификация водопропускных сооружений гидроузлов. Водосбросы. |
| 8.2. | Береговые водосбросы низко- и средненапорных гидроузлов | Пропускная способность водосбросов и водоспусков. Типы водосбросов, водовыпусков, условия их применения. Открытые береговые водосбросы. Гидравлический расчет открытых береговых водосбросов. Рекомендации по проектированию открытых водосбросов в гидроузлах с глухими грунтовыми плотинами. Открытые траншейные водосбросы. |
| 8.3. | Закрытые береговые водосбросы и водоспуски | Закрытые береговые водосбросы и водоспуски |
| 9. | Природоохранные сооружения противопаводковой защиты | |
| 9.1. | Способы защиты территорий от наводнения | Возможные причины наводнений. Мероприятия и сооружения для предупреждения наводнений и защиты территорий. |
| 9.2. | Способы защиты территорий от подтоплений | Причины подтопления территорий. Меры и сооружения для борьбы с подтоплениями. |
| 10. | Водохранилища | |
| 10.1. | Водохранилища | Способы создания и классификация водохранилищ. Типы водохранилищ в системе канала имени Москвы. |
| 10. | Природоохранные | Влияние водохранилищ на окружающую среду. Способы |

| № | Наименование дисциплин (модулей) | Содержание дисциплин (модулей) |
|-------|---|--|
| 2. | мероприятия в зоне водохранилища | ослабления негативного влияния. Природоохранные мероприятия в зоне водохранилищ. |
| 11. | Сооружения для рыбной отрасли | |
| 11.1. | Мероприятия и сооружения для сохранения и преумножения рыбных запасов | Виды позитивного и негативного влияния гидротехнического строительства на реках на условия обитания рыбы. Искусственные нерестилища и рыбопропускные сооружения. Сооружения рыбоводных прудов. |
| 11.2. | Природоохранные мероприятия и сооружения селезащиты | Руслорегулирующие сооружения, берегоукрепительные и русловыправительные. Противоэрозионные мероприятия на водосборе, борьба с образованием оврагов. Противооползневые мероприятия и сооружения. Селезащитные мероприятия и сооружения. |
| 11.3. | Хранения жидких отходов промышленности и животноводства | Хвостохранилища. Влияние на окружающую среду прилегающей территории и борьба с ним. |

Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) представлены в приложении Б.

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Информация о практической подготовке в структуре дополнительной образовательной программы представлена в приложение В.

В рамках учебного плана дополнительной образовательной программы используются традиционные образовательные технологии, а также интерактивные технологии, представленные в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика образовательной технологии

| Наименование | Краткая характеристика |
|---|--|
| Решение задач | Решение задач по каждому разделу курса на практических занятиях (Пр). |
| Кейс (решение конкретных производственных ситуаций) | Решение конкретных ситуаций. |
| Контрольная работа | Проводится по вариантам с заданиями в рамках пройденного материала (К). |
| Лабораторная работа | Практическое учебное занятие, проводимое для изучения и исследования характеристик равновесия и движения жидкости (Л). |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль проводится в соответствии с характеристиками контрольных заданий и представлен в Таблице 1 приложения Г.

5.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по программе проводится в форме зачета, экзамена или отчета о стажировке в соответствии с учебным планом. Характеристика заданий представлена в Таблице 2 приложения Г.

5.3. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация по программе проводится в форме *итогового аттестационного экзамена*. Характеристика заданий представлена Таблице 3 приложения Г.

5.4. Независимый контроль качества обучения

Порядок независимой оценки качества дополнительной образовательной программы представлен в приложении Г.

6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение

а) литература НТБ МЭИ:

1. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика : учебник для вузов по специальности "Гидравлические машины и средства автоматизации" / Б. Т. Емцев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1987 . – 440 с.;

2. Сборник задач по гидравлике для технических вузов : учебное пособие для вузов по машиностроительным направлениям в области техники и технологии / Д. А. Бутаев, [и др.] ; Ред. И. И. Куколевский, Л. Г. Подвидз . – 6-е изд . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009 . – 486 с. - ISBN 978-5-7038-3231-8 ..

б) литература ЭБС и БД:

1. Карпов К. А.,Олехнович Р. О.- "Прикладная гидрогазодинамика", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (100 с.)
<https://e.lanbook.com/book/213017>.

в) используемые ЭБС:

1. База данных Scopus
<http://www.scopus.com;>
2. База данных Web of Science
[http://webofscience.com/ ;](http://webofscience.com/)
3. База данных ВИНТИ online
[http://www.viniti.ru/;](http://www.viniti.ru/)
4. База данных журналов издательства Elsevier
[https://www.sciencedirect.com/;](https://www.sciencedirect.com/)
5. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ
<https://rosmintrud.ru/opendata;>
6. База открытых данных Министерства экономического развития РФ
<http://www.economy.gov.ru;>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ
[http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/;](http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/)
8. База открытых данных Росфинмониторинга
<http://www.fedsfm.ru/opendata;>
9. Научная электронная библиотека
[https://elibrary.ru/;](https://elibrary.ru/)
10. Национальная электронная библиотека
[https://rusneb.ru/;](https://rusneb.ru/)
11. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»
<https://openedu.ru;>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ»
<https://uisrussia.msu.ru;>
13. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
<https://minobrnauki.gov.ru;>
14. Портал открытых данных Российской Федерации
<https://data.gov.ru;>
15. Федеральный портал "Российское образование"
<http://www.edu.ru;>
16. ЭБС Лань
[https://e.lanbook.com/;](https://e.lanbook.com/)
17. ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red;
18. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)
<http://elib.mpei.ru/login.php;>
19. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ"
<https://www.polpred.com;>
20. Электронные ресурсы издательства Springer
[https://link.springer.com/.](https://link.springer.com/)

6.2. Кадровое обеспечение

Для реализации дополнительной образовательной программы привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» и лица, представители работодателей или объединений работодателей. Информация о кадровом обеспечении дополнительной образовательной программы представлена в приложении Д.

Сведения о руководителе дополнительной образовательной программы представлены в приложении Е.

6.3. Финансовое обеспечение

План расходов и расчет обоснования стоимости по дополнительной образовательной программе представлены в приложении Ж.

Финансирование программы осуществляется за счет личных средств слушателей или заказчиков, по направлению которых проводится обучение. В качестве заказчика могут выступать работодатели, университеты (в том числе МЭИ), государственные структуры и прочие участники образовательного рынка.

6.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-технические условия реализации дополнительной образовательной программы представлены в Приложении З.

Календарный график учебного процесса разрабатывается с учетом требований к качеству освоения и по запросам обучающихся (Приложение И). Расписание занятий разрабатывается на каждую реализуемую программу.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (АКТУАЛИЗАЦИИ)

| № п/п | Содержание изменения (актуализации) | Дата утверждения изменений |
|-------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Программа утверждена | 26.12.2022 |

Руководитель
образовательной
программы

| | |
|---|--------------------------------|
|  | |
| Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| Владелец | Островский В.Л. |
| Идентификатор | Read73644-OstrovskyVL-5c33e8f9 |

В.Л.
Островский