

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэлектростанции

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ГИДРОМЕХАНИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	6 семестр - 14 часов;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 107,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Почернина Н.И.
	Идентификатор	R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793f

Н.И. Почернина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c8ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: приобретение профессиональных компетенций по закономерностям движения жидких сред и особенностям гидродинамических процессов в энергетических установках, электростанциях и комплексах на базе возобновляемых источников энергии.

Задачи дисциплины

- приобретение знаний об аксиоматике и физико-математическом аппарате механики мало сжимаемых жидких сред;
- приобретение знаний об особенностях гидродинамических процессов в водоподводящих сооружениях ГЭС;
- освоение методов расчета сил давления на элементы конструкций произвольной формы для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики;
- освоение методов гидравлических расчетов одномерных течений жидкости для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики;
- освоение методов экспериментального исследования закономерностей движения жидких сред.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании объектов гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии	ИД-3ПК-4 Владеет основными методами расчёта режимов работы и энергетических показателей электростанций на основе возобновляемых источников энергии	знать: - теоретические основы гидродинамических процессов при движении жидких сред в каналах произвольной формы; - особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС. уметь: - использовать методы расчета сил давления на элементы конструкций произвольной формы для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики; - использовать методы гидравлических расчетов одномерных течений жидкости для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики; - проводить экспериментальные исследования по определению гидродинамических параметров рабочих сред в каналах произвольной формы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэлектростанции (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание	10	6	2	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание" для подготовки к тесту «Аксиоматика и физико-математический аппарат Гидромеханики» (ГМ-1) по контрольному мероприятию КМ-1</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка материала по пунктам 1.1.5 "Классификация сил, действующих в сплошных жидких средах" и 1.2.2 "Давление в жидкости и свойство сжимаемости" лекции Л1 раздела "Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание" для подготовки к выполнению заданий на практическом занятии "Методы и примеры расчета гидростатического давления с использованием основной формулы гидростатики" (П1)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание", приведённого в следующих примечаниях к</p>
1.1	Предмет и аксиоматика гидромеханики	4		1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание	6		1	2	-	-	-	-	-	-	-	3	

													<p>основному материалу лекции (Л1): примечание 1 "Понятия модели жидких сред и модели течения жидких сред", примечание 2 "Математическая запись идентификации параметров сплошной среды в точке", примечание 3 "Жидкая частица и второй закон Ньютона", примечание 4 "Доказательство и дополнительные пояснения к теореме Коши-Гельмгольца", примечание 5 "Физический смысл понятия поверхностной силы и процедура ее определения", примечание 6 "Тензор напряжений", примечание 7 "Обобщенная гипотеза Ньютона и тензор напряжений", примечание 8 "Молекулярная и турбулентная (кажущаяся) вязкость", примечание 9 "Доказательство основного свойства гидростатического давления", примечание 10 "Доказательство основного свойства гидродинамического давления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §1.1 – §1.4, §1.7, §2.5. §3.1 – §3.3; §5.1 [2], п.1 (ЛР-1)</p>
2	Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия", приведенного в следующих примечаниях к основному материалу лекции</p>
2.1	Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p>(Л2): примечание 1 "Граничные условия для уравнений Эйлера движения идеальной жидкости", примечание 2 "Уравнение Навье-Стокса в форме Громека-Ламба", примечание 3 "Сила вязкости в уравнении Навье-Стокса для несжимаемой жидкости", примечание 4 "Основные виды подобия"</p>

	подобия												<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия" для подготовки к текущему контролю по тесту «Аксиоматика и физико-математический аппарат Гидромеханики» (ГМ-1)</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §4.1; §5.2; §5.6;</p>
3	Гидростатика	30	4	2	12	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидростатика" для подготовки к текущему контролю выполнения и защиты лаб. работы "Определение гидростатических давлений" (ЛР-2) в рамках контрольного мероприятия КМ-4 «Блок лабораторных работ ГМ» (тест ГМ-ЛР, защиты лабораторных работ ЛР 1–9), проводимого на 13-ой неделе лабораторного занятия "Защита лабораторных работ"</p>
3.1	Свойства гидростатического давления и его сил, вывод расчётных формул	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Гидростатика для подготовки к контрольной работе «Силы давления на элементы конструкций произвольной формы» (тест КР-1 и защита расчётных заданий РЗ-1, РЗ-2), выполняемой на 6-ой неделе практического занятия "Защита РЗ-2. Контрольная работа по гидростатике – КР-1" (П6) в рамках контрольного мероприятия КМ-2.</p>
3.2	Методы расчета гидростатического давления и его сил	18	-	-	12	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка расчётных заданий:</u> Подготовка расчётных заданий направлена на отработку умений использования методов гидравлических расчетов для решения профессиональных задач в области</p>
3.3	Экспериментальное определение гидростатических давлений	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	

															<p>гидроэнергетики (ИД-3 ПК-4). Расчётные задания по разделу "Гидростатика" выдаются студентам в виде двух индивидуальных мини задач, первая из которых (РЗ-1) отвечает теме №1 РГР "Расчет гидростатических давлений и сил равномерно распределённых давлений", вторая из них (РЗ-2) отвечает теме №2 РГР "Расчет сил гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности". Студенту необходимо повторить методический материал с описанием и примерами использования рекомендуемых расчётных формул для гидравлических схем по соответствующей теме, разобрать примеры включения в решение задачи законов сохранения импульса сил и массы, составить математическую модель решения задачи с размещением на заданной гидравлической схеме всех графических указателей используемых сил, давлений, геометрических элементов и выполнить необходимые расчёты. При решении задачи следует руководствоваться заданной универсальной методикой в виде перечня и последовательности рассматриваемых вопросов, а также требованиями к содержанию и оформлению отчётного материала, представленными на практических занятиях и фигурирующими в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточных файлов "ММ-1, гидростатика 1" (для РЗ-1) и "ММ-2, гидростатика 2" (для РЗ-2). В качестве примеров оформления отчётного материала следует использовать только те задачи, которые рассмотрены на практических занятиях, или приводятся в раздаточных файлах "ММ-1, гидростатика 1" и "ММ-2 гидростатика 2". Оценки за РЗ-1 и</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

														<p>РЗ-2 выставляются по критериям качества и индикаторам самостоятельности выполнения задания, отражающих требования к содержанию и оформлению отчётного материала и представленные в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточного файла "Оценочные средства"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения и последующего оформления лабораторной работы "Определение гидростатических давлений" (ЛР-2) необходимо предварительно изучить тему в соответствии с описанием к ЛР-2, а также в соответствии с примерами использования жидкостных манометров и основной формулы гидростатики, рассмотренных на практическом занятии "Методы и примеры расчета гидростатического давления с использованием основной формулы гидростатики" (П1) и фигурирующих в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточных файлов "ММ-1, гидростатика 1"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Для подготовки к выполнению заданий на каждом из практических занятиях по разделу "Гидростатика" (П2, П3, П4, П5) повторяется и дополнительно изучается методический материал и примеры его использования, представленные на предыдущем практическом занятии (П1, П2, П3, П4) и фигурирующие в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточных файлов "ММ-1, гидростатика 1" (по материалам П1, П2, П3) и "ММ-2, гидростатика 2" (по материалам П4, П5). Дополнительно повторяется теоретический материал по лекциям Л1, Л3, Л4: к П1 пункт 1.1.5 Л1 "Классификация сил,</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

													действующих в жидкость" и пункт 1.2.2 Л1 "Давление в жидкости и свойство сжимаемости", к ПЗ материал ЛЗ, к П4 параграф 4.1 по Л4 "Интегральные выражения для сил давления на твёрдые поверхности и их моментов" и параграф 4.2 по Л4 "Вывод расчётных формул для силы давления и центра давления на плоской стенке в тяжёлой жидкости", к П5 параграф 4.3 Л4 "Вывод расчётных формул для сил давления на криволинейные поверхности в тяжёлой жидкости, тело давления". К практическому занятию П1 студентами приобретаются сведения об оценочных средствах по расчётным заданиям, фигурирующие в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточного файла "Оценочные средства" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §4.2, §4.4 [2], п.2 (ЛР-2) [6], п. 1, п. 2, п. 3
4	Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности	10.0	2.0	2	-	-	-	-	-	-	6.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по теме "Режимы и степень турбулентности течения жидких сред" раздела "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности" для подготовки к текущему контролю выполнения и защиты лаб. работ
4.1	Расход и средняя скорость жидкости, уравнение неразрывности	1.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	"Исследование смены режимов течения"
4.2	Явление турбулентности	2.7	0.7	-	-	-	-	-	-	-	2	-	(ЛР-3) и "Определение степени турбулентности потока" (ЛР-4) в рамках контрольного мероприятия КМ-4 «Блок лабораторных работ ГМ» (тест ГМ-ЛР, защиты лабораторных работ ЛР 1–9), проводимого на 13-ой неделе лабораторного занятия "Защита лабораторных работ", а
4.3	Безвихревые движения жидких сред	0.9	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	
4.4	Вихревые течения несжимаемой жидкости	0.9	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	

4.5	Режимы и степень турбулентности течения жидких сред	4		-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p>также повторение материала по темам "Явление турбулентности", "Безвихревые движения жидких сред" и "Вихревые течения несжимаемой жидкости" раздела "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности" для подготовки к текущему контролю в рамках контрольного мероприятия КМ-5 «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (тест ГМ-2), проводимого на 14 неделе практического занятия "Методы и задачи расчёта длинных и коротких каналов при сопряжении бьефов. Тест ГМ-2" (П14)</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции (Л5) по разделу "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности" для подготовки к защите лаб. работ "Исследование смены режимов течения" (ЛР-3) и "Определение степени турбулентности потока" (ЛР-4)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности", приведённого в следующих примечаниях к основному материалу лекции (Л5): примечание 1 "Принцип измерения скорости с помощью трубки Пито-Прандтля", примечание 2 "Обоснование зависимости элементарного расхода от нормальной составляющей скорости", примечание 3 "Вывод уравнения неразрывности в дифференциальной форме", примечание 4 "Вывод выражения числа Рейнольдса для канала с некруглым сечением", примечание 5 "Влияние усреднения скорости на расход и уравнение неразрывности", примечание 6 "Основные свойства турбулентных пульсаций и</p>
-----	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

													уравнение Рейнольдса", примечание 7 "Доказательство теоремы Гельмгольца" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения и последующего оформления лабораторных работ "Исследование смены режимов течения" (ЛР-3) и "Определение степени турбулентности потока" (ЛР-4) необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения работ по описаниям к этим работам, а так же проработать теоретический материал по лекции раздела "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности" (Л15), касающийся тем "Линии и трубки тока, расход жидкости" и "Явление турбулентности: число Рейнольдса и режимы течения жидкости; структура и характеристики турбулентного потока" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §2.1, §2.2, §2.3 (стр. 36 – 37), §5.11, §9.1 (стр. 359 – 360) [2], п.3 (ЛР-3, ЛР-4)
5	Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости	14.0	2.0	2	2	-	-	-	-	-	8.0	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Для подготовки к выполнению заданий на практическом занятии (П7) "Методика расчета одномерных напорных течений: использование уравнений Бернулли и неразрывности, учёт и основные виды местных потерь. Пример расчета на основе задачи истечения из отверстия в тонкой стенке. Выдача расчётного задания №3 (РЗ-3), индикаторы самостоятельности выполнения РЗ-3" прорабатывается теоретический материал, представленный в параграфах 6.1 "Одномерная модель реальных потоков, плавно изменяющиеся течения и их свойства", 6.2 "Вывод уравнения Бернулли для установившегося
5.1	Одномерная модель реальных потоков	1.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	
5.2	уравнения Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости	3.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
5.3	Уравнение количества движения	0.6	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	
5.4	Методика расчета одномерных напорных течений (П7)	4	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

5.5	Экспериментальное изучение гидродинамики одномерных течений несжимаемой жидкости	5	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	<p>потока вязкой несжимаемой жидкости, коэффициент кинетической энергии" и 6.3 "Геометрическая трактовка уравнения Бернулли" лекции Л6 по разделу "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости" для подготовки к текущему контролю выполнения и защиты лаб. работ "Построение диаграммы уравнения Бернулли" (ЛР-5) и "Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения" (ЛР-6), в рамках контрольного мероприятия КМ-4 «Блок лабораторных работ ГМ» (тест ГМ-ЛР, защиты лабораторных работ ЛР 1–9), проводимого на 13-ой неделе лабораторного занятия "Защита лабораторных работ"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения и последующего оформления лабораторных работ "Построение диаграммы уравнения Бернулли" (ЛР-5) и "Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения" (ЛР-6) необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения работ по описаниям к этим работам, а так же проработать теоретический материал, представленный в параграфах 6.2 "Вывод уравнения Бернулли для установившегося потока вязкой несжимаемой жидкости, коэффициент кинетической энергии" и 6.3 "Геометрическая трактовка уравнения Бернулли" лекции Л6 по разделу "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции (Л6) по разделу</p>
-----	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

														<p>"Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости" для подготовки к защите лаб. работ "Построение диаграммы уравнения Бернулли" (ЛР-5) и "Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения" (ЛР-6)</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости" для подготовки к контрольной работе "Расчет одномерных течений" (тест КР-2 и защита расчётного задания РЗ-3), выполняемой на 10-ой неделе практического занятия "Контрольная работа – КР-2, защита РЗ-3" (П10) в рамках контрольного мероприятия КМ-3.</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Подготовка расчётного задания "Расчет гидродинамических характеристик одномерных напорных течений" (РЗ-3) направлена на отработку умений использования методов гидравлических расчетов для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики (ИД-3 ПК-4). Задание базируется на теоретическом материале разделов "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости" (Л6) и "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков" (Л7, Л8). Методика гидравлических расчётов, требования к содержанию и оформлению отчётного материала по РЗ-3 и примеры решения задач аналогичного типа рассматриваются на практических занятиях "Методика расчета одномерных напорных течений" (П7), "Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов" (П8), "Особенности задач расчета одномерных напорных течений в гидравлических системах энергетических"</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													<p>объектов, примеры расчёта" (П9) и представлены в раздаточном файле "ММ-3, гидродинамика" (методические материалы по гидродинамике и гидравлическим сопротивлениям) из ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ", папка "Методические материалы". Студенту необходимо проработать данный материал и выполнить расчётное задание по индивидуально заданному варианту. Отчётный материал сдаётся в письменном (рукописном) виде. Оценка за Р3-3 выставляются по критериям качества и индикаторам самостоятельности выполнения задания, отражающих требования к содержанию и оформлению отчётного материала и представленным в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточного файла "Оценочные средства" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п.4 (ЛР-5, ЛР-6) [3], стр. 74 – 81 [6], п. 7</p>
6	Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков	26.0	4.0	2	8	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков" для подготовки к текущему контролю по защите лаб. работ
6.1	Потери гидродинамического напора и классификация гидравлических сопротивлений	2.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	"Исследование гидравлического сопротивления по длине напорного трубопровода круглого сечения" (ЛР-7), "Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода" (ЛР-8) и защите расчётного задания "Расчет истечения из резервуара при переменном напоре" (Р3-4) в рамках
6.2	Потери по длине и гидравлический коэффициент трения	3.8	0.8	-	2	-	-	-	-	-	1	-	
6.3	Местные	4.8	0.8	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

	сопротивления													
6.4	Истечение жидкости из отверстий и насадок	4.8	0.8	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	контрольного мероприятия КМ-4 «Блок лабораторных работ ГМ» (тест ГМ-ЛР, защиты лабораторных работ ЛР 1–9), проводимого на 13-ой неделе лабораторного занятия "Защита лабораторных работ" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок" для подготовки к контрольной работе «Расчет одномерных течений» (тест КР-2 и защита расчётного задания РЗ-3), выполняемой на 10-ой неделе практического занятия "Контрольная работа – КР-2, защиты РЗ-3" (П10) в рамках контрольного мероприятия КМ-3. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Для подготовки к аудиторному контролю выполнения и защите лаб. работ "Исследование гидравлического сопротивления по длине напорного трубопровода круглого сечения" (ЛР-7) и "Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода" (ЛР-8) необходимо написание отчётов (расчёты, таблицы, графики) по данным ЛР в соответствии с описаниями к ним и теоретическим материалом, представленным в лекции (Л7) по разделу "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения и последующего оформления лабораторных работ "Исследование гидравлического сопротивления по длине напорного трубопровода круглого сечения" (ЛР-7) и "Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода" (ЛР-8) необходимо
6.5	Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов	4.4	0.4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
6.6	Экспериментальное изучение гидравлических сопротивлений	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	

														<p>предварительно изучить тему и задачи выполнения работ по описаниям к этим работам, а так же проработать теоретический материал, представленный в пунктах 7.2.3 "Характер гидравлических сопротивлений", 7.4.1 "Структура отрывных потоков", 7.4.2 "Потери и их экспериментальное определение на местных сопротивлениях" и в параграфе 7.3 "Потери по длине и гидравлический коэффициент трения" лекции Л7 по разделу "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Для подготовки к выполнению заданий на практических занятиях (П8) "Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов: учёт потерь на гидравлическое трение по длине; примеры расчёта", (П9) "Особенности задач расчета одномерных напорных течений в гидравлических системах энергетических объектов, примеры расчёта. Контроль и обсуждение выполненных первых частей (запись уравнения Бернулли и расчётно-графическая схема) РЗ-3" и (П11) "Методы и примеры расчета истечения из резервуара при переменном напоре" повторяется теоретический материал, представленный в лекциях раздела "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков" (Л7, Л8). Дополнительно прорабатываются материалы предыдущего практического занятия (П7) "Методика расчета одномерных напорных течений", основные элементы которого приводятся в раздаточном файле "ММ-3, гидродинамика" (методические материалы по гидродинамике и гидравлическим сопротивлениям) из ЭУМК "ТГМ Гидромеханика ИГВИЭ", папка</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

																					<p>гидроэнергетики (ИД-3 ПК-4). Задания базируются на теоретическом материале разделов "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости" (Л6) и "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков" (Л7, Л8). Методика гидравлических расчётов, требования к содержанию и оформлению отчётного материала по Р3-3, Р3-4 и примеры решения задач аналогичного типа рассматриваются на практических занятиях "Методика расчета одномерных напорных течений" (П7), "Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов" (П8), "Особенности задач расчета одномерных напорных течений в гидравлических системах энергетических объектов, примеры расчёта" (П9), "Методы и примеры расчета истечения из резервуара при переменном напоре" (П11) и представлены в раздаточных файлах "ММ-3, гидродинамика" (методические материалы по гидродинамике и гидравлическим сопротивлениям) и "ММ-4, истечение" (методические материалы по истечению) из ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ", папка "Методические материалы". Студенту необходимо проработать данный материал и выполнить расчётные задания по индивидуально заданным вариантам. Отчётный материал сдаётся в письменном (рукописном) виде. Оценка за Р3-3 и Р3-4 выставляются по критериям качества и индикаторам самостоятельности выполнения задания, отражающих требования к содержанию и оформлению отчётного материала и представленным в папке "Методические материалы" ЭУМК "ГГМ Гидромеханика ИГВИЭ" в виде раздаточного файла "Оценочные средства"</p> <p><i><u>Изучение материалов литературных</u></i></p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

													<u>источников:</u> [1], §6.3, §6.4 (стр. 146), §6.5, §6.9; §6.10, §6.14; §6.11 [2], п.5 (ЛР-7, ЛР-9) [5], стр. 3 -- 23 [6], п. 9, п. 11	
7	Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах	8.0	2.0	-	2	-	-	-	-	-	-	4.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах" для подготовки к текущему контролю (КМ-5) по тесту «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (ГМ-2) <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Повторение лекционного материала по разделу "Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах" (Л9) для подготовки к лекционному занятию по следующему разделу "Гидравлический прыжок и волны перемещения" (Л10) <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка материала по лекции (Л9) раздела "Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах" для подготовки к выполнению заданий на практическом занятии "Основные задачи при расчете трапецеидальных каналов на равномерное движение воды: классификация задач и методы их решения, пример решения для не размывающей скорости пропуска воды с помощью перепадов. Графический метод определения нормальной и критической глубин" (П12) <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах", приведённого в
7.1	Характер равномерного установившегося безнапорного движение воды и основные расчётные соотношения	1.6	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
7.2	Гидравлические элементы живого сечения потока в канале	0.9	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	
7.3	Основные гидродинамические параметры равномерного установившегося безнапорного движение воды	2.5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	
7.4	Основные задачи при расчете трапецеидальных каналов на равномерное движение воды (П12)	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	

													пунктах 9.2.2 "Допустимые скорости движения воды в каналах, перепады" и в параграфе 9.4 "Основные задачи при расчете трапециевидных каналов на равномерное движение воды" лекции (Л9) данного раздела <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], §4.12, §6.1, §6.2, §6.3, §6.5, §7.6, §7.5.
8	Гидравлический прыжок и волны перемещения	10.0	1.0	4	-	-	-	-	-	-	5.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Гидравлический прыжок и волны перемещения" для подготовки к текущему контролю по выполнению и защите лаб. работы "Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние" (ЛР-9), в рамках контрольного мероприятия КМ-4 «Блок лабораторных работ ГМ» (тест ГМ-ЛР, защиты лабораторных работ ЛР 1–9), проводимого на 13-ой неделе лабораторного занятия "Защита лабораторных работ"
8.1	Переход потока воды со свободной поверхностью из бурного в спокойное состояние	1.6	0.8	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения и последующего оформления лабораторной работы "Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние" (ЛР-9) необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения работы по описаниям к ней, а так же проработать теоретический материал, представленный в лекции Л10 по разделу "Гидравлический прыжок и волны перемещения"
8.2	Волны перемещения	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Для подготовки к аудиторному контролю выполнения и защите лаб. работы "Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью
8.3	Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние	8	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	

													в спокойное состояние" (ЛР-9) необходимо написание отчёта (расчёты, таблицы, графики) по данной ЛР в соответствии с описанием к данной ЛР <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], глава 8 [7], стр. 3 -- 40
9	Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах" для подготовки к текущему контролю (КМ-5) по тесту «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (ГМ-2) <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Повторение лекционного материала по разделу "Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах" (Л11) для подготовки к лекционному занятию по следующему разделу "Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов " (Л12) <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах", приведённого в пункте 11.3.2 "Методы решения дифференциальных уравнений неравномерного движения воды лекции (Л11) данного раздела <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], §7.1 – §7.4; §7.11
9.1	Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах	5	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
10	Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов" для подготовки к текущему
10.1	Кривые свободной	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	

поверхности													
10.2	Сопряжение бьефов	8	1	-	4	-	-	-	-	-	3	-	<p>контролю (КМ-5) по тесту «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (ГМ-2)</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка материала по лекции (Л12) раздела "Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов" для подготовки к выполнению заданий на практических занятиях "Методика и задачи определения форм свободной поверхности при резком изменении уклона дна" (П13) и "Методы и задачи расчёта длинных и коротких каналов при сопряжении бьефов" (П14)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов", приведённого в примечании 1 "Граничные условия и особенности расчета кривых свободной поверхности в руслах с уклоном меньше критического" и в примечании 2 "Граничные условия и особенности расчета кривых свободной поверхности в руслах с уклоном больше критического" лекции (Л12) данного раздела</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], §7.7; §8.7</p>
11	Водосливы	5.0	2.0	-	-	-	-	-	-	-	3.0	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
11.1	Терминология и классификация водосливов	1.8	0.8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	Повторение материала по разделу "Водосливы" для подготовки к текущему контролю (КМ-5) по тесту «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (ГМ-2)
11.2	Водосливы с тонкой стенкой	1.1	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение
11.3	Водосливы с широким порогом и со стенкой практического	1.1	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	

	профиля													
11.4	Водосливы со стенкой практического профиля	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	дополнительного материала по разделу "Водосливы", приведённого в примечании 1 "Несвободное истечение через прямоугольный водослив с вертикальной тонкой стенкой", примечании 2 "Волны перемещения и гидравлический прыжок", примечании 3 "Влияние геометрического напора на функционирование водослива" лекции (Л13) данного раздела <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], §11.1 – §11.10, §11.12, §11.13, §11.15, стр. 435, 436 из §11.16	
12	Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией" для подготовки к текущему контролю (КМ-5) по тесту «Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС» (ГМ-2) <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией", приведённого в примечании "Граничные условия и цепные уравнения гидродара" лекции Л14 и в параграфе 15.2 "Методы расчёта уравнительного резервуара" лекции Л15 данного раздела <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], §9.8 – §9.12	
12.1	Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	180.0	28.0	14	28	-	2	-	-	0.5	74.0	33.5		
	Итого за семестр	180.0	28.0	14	28		2	-	-	0.5	107.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание

1.1. Предмет и аксиоматика гидромеханики

Общие положения. Гипотеза сплошности среды, жидкая частица и жидкий объем. Местная мгновенная скорость и представление Эйлера о поле скоростей, теорема Коши-Гельмгольца (без доказательства). Классификация сил, действующих в сплошных жидких средах.

1.2. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание

Свойства текучести и вязкости. Давление в жидкости и свойство сжимаемости. Явление кавитации. Модели жидких сред.

2. Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия

2.1. Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред.

Гидродинамическое подобие и критерии подобия

Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред: вывод уравнений Эйлера; общее уравнение движения несжимаемой вязкой жидкости (без вывода). Подобие гидродинамических процессов и критерии подобия.

3. Гидростатика

3.1. Свойства гидростатического давления и его сил, вывод расчётных формул

Интеграл уравнений Эйлера для гидростатики, гидростатический напор. Вывод основной формулы 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. Вывод расчетных формул для силы давления и центра давления на плоской стенке в тяжелой жидкости. Вывод расчетных формул для сил давления на криволинейной поверхности в тяжелой жидкости, тело давления.

3.2. Методы расчета гидростатического давления и его сил

Методы и примеры расчета гидростатического давления с использованием основной формулы гидростатики (П1).. Методы расчета силы равномерно распределенного давления на плоские и криволинейные поверхности, выдача расчётного задания №1 (РЗ-1), индикаторы самостоятельности выполнения РЗ-1. Примеры расчета силы равномерно распределенного давления на плоские и криволинейные поверхности, контроль и обсуждение выполненных первых частей (условие равновесия выделенного объекта) РЗ-1 (П3). Методы и примеры расчета сил давления на плоские наклонные поверхности в тяжелой жидкости (П4). Методы и примеры расчета сил давления на криволинейные поверхности в тяжелой жидкости. Выдача расчётного задания №2 (РЗ-2), индикаторы самостоятельности выполнения РЗ-2 (П5).

3.3. Экспериментальное определение гидростатических давлений

Экспериментальное определение гидростатических давлений проводится в виде лабораторной работы (ЛР-2) на стендах, оборудованных жидкостными, механическими и электронными приборами измерений. Определение гидростатических давлений по показаниям жидкостных приборов выполняется, как домашнее задание, с использованием

основной формулы гидростатики. Рассмотрение методики применения основной формулы гидростатики для данных целей входит в содержание занятия.

4. Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности

4.1. Расход и средняя скорость жидкости, уравнение неразрывности

Линии и трубки тока, их свойства. Расход жидкости и средняя скорость.. Условие сплошности и уравнение неразрывности.

4.2. Явление турбулентности

Число Рейнольдса и режимы течения жидкости. Структура и характеристики турбулентного потока. Уравнение Рейнольдса (без вывода).

4.3. Безвихревые движения жидких сред

Потенциал скорости, функция тока, гидродинамическая сетка и уравнение Лапласа..

4.4. Вихревые течения несжимаемой жидкости

Вихревые линии и трубки, теорема Гельмгольца (без вывода). Циркуляция скорости и теорема Стокса (без вывода). Теорема Томсона (без вывода).

4.5. Режимы и степень турбулентности течения жидких сред

Лабораторная работа "Исследование смены режимов течения" (ЛР-3). Лабораторная работа "Определение степени турбулентности потока" (ЛР-4).

5. Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости

5.1. Одномерная модель реальных потоков

Одномерная модель реальных потоков, плавно изменяющиеся течения и их свойства..

5.2. уравнения Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости

Коэффициент кинетической энергии и мощность потока несжимаемой жидкости. Вывод уравнения Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости и энергетический смысл его слагаемых. Геометрическая трактовка уравнения Бернулли (диаграмма напоров).

5.3. Уравнение количества движения

Вывод уравнения количества движения для одномерного потока несжимаемой жидкости; коэффициент количества движения; уравнение момента количества движения.

5.4. Методика расчета одномерных напорных течений (П7)

Использование уравнений Бернулли и неразрывности, учёт и основные виды местных потерь.. Пример расчета на основе задачи истечения из отверстия в тонкой стенке.. Выдача расчётного задания №3 (РЗ-3)"Расчет гидродинамических характеристик одномерных напорных течений", индикаторы самостоятельности выполнения РЗ-3.

5.5. Экспериментальное изучение гидродинамики одномерных течений несжимаемой жидкости

Выполнение лабораторной работы "Построение диаграммы уравнения Бернулли" (ЛР-5). Выполнение лабораторной работы "Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения" (ЛР-6).

6. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок

6.1. Потери гидродинамического напора и классификация гидравлических сопротивлений

Основные закономерности процесса диссипации механической энергии.. Классификация и характер гидравлических сопротивлений. Структура общих формул для потерь напора. Зависимость от числа Рейнольдса и область автомодельности.

6.2. Потери по длине и гидравлический коэффициент трения

Потери гидродинамического напора на гидравлическое трение по длине равномерного течения. Формула Дарси-Вейсбаха и гидравлический коэффициент трения. Характерные области зависимости гидравлического коэффициента трения от числа Рейнольдса и эквивалентная шероховатость.

6.3. Местные сопротивления

Структура и характер отрывных потоков. Основные принципы экспериментального определения потерь на местных сопротивлениях. Некоторые распространенные виды местных сопротивлений.

6.4. Истечение жидкости из отверстий и насадок

Характер явления истечения. Истечение через отверстие в тонкой стенке с острой кромкой. Истечение через насадки. Истечение при переменном напоре. Методы и примеры расчета истечения из резервуара при переменном напоре. Выдача расчетного задания №4 (РЗ-4) "Расчет истечения из резервуара при переменном напоре " (П11).

6.5. Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов

Учёт потерь на гидравлическое трение по длине; примеры расчёта (П8). Особенности задач расчета одномерных напорных течений в гидравлических системах энергетических объектов, примеры расчёта (П9).

6.6. Экспериментальное изучение гидравлических сопротивлений

Выполнение лабораторной работы "Исследование гидравлического сопротивления по длине напорного трубопровода круглого сечения" (ЛР-7). Выполнение лабораторной работы "Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода" (ЛР-8).

7. Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах

7.1. Характер равномерного установившегося безнапорного движение воды и основные расчётные соотношения

Особенности равномерного установившегося безнапорного движение воды. Вывод формулы Шези, коэффициент Шези, коэффициент шероховатости, модули расхода и скорости.

7.2. Гидравлические элементы живого сечения потока в канале

Формы и параметры поперечного сечения канала. Гидравлически наивыгоднейший поперечный профиль трапецеидального канала. Допустимые скорости движения воды в каналах, перепады.

7.3. Основные гидродинамические параметры равномерного установившегося безнапорного движение воды

Понятия удельной энергии сечения, критической и нормальной глубины потока, критического уклона дна; спокойное, бурное и критическое состояния потока. Графический метод определения нормальной и критической глубин (П12).

7.4. Основные задачи при расчете трапецидальных каналов на равномерное движение воды (П12)

Классификация и методы решения задач расчета трапецидальных каналов на равномерное движение воды. Пример решения для не размывающей скорости пропуска воды с помощью перепадов.

8. Гидравлический прыжок и волны перемещения

8.1. Переход потока воды со свободной поверхностью из бурного в спокойное состояние

Характер перехода потока воды со свободной поверхностью из бурного в спокойное состояние; понятие гидравлического прыжка и виды гидравлического прыжка; послепрыжковый участок. Вывод основного уравнения гидравлического прыжка, прыжковая функция и сопряженные глубины, потеря энергии в гидравлическом прыжке.

8.2. Волны перемещения

Гидравлический прыжок как стоячая волна перемещения, вывод формулы для скорости распространения малых волн возмущения. Плановый характер распространения малых волн возмущения.

8.3. Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние

Выполнение лабораторной работы "Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние" (ЛР-9).

9. Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах

9.1. Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах

Вывод дифференциальных уравнений неравномерного плавноизменяющегося установившегося движения воды в каналах. Параметр кинетичности и число Фруда, гидродинамическое подобие плавно изменяющихся установившихся движений воды; характер перехода между бурным и спокойным потоком.. Анализ и методы решения дифференциальных уравнений неравномерного движения воды.

10. Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов

10.1. Кривые свободной поверхности

Типы и формы кривых свободной поверхности. Методика и задачи определения форм свободной поверхности при резком изменении уклона дна (П 13).

10.2. Сопряжение бьефов

Методы и задачи расчёта длинных каналов при сопряжении бьефов (П14). Методы и задачи расчёта коротких каналов при сопряжении бьефов (П14).

11. Водосливы

11.1. Терминология и классификация водосливов

Понятие водослива, основные геометрические и гидравлические параметры. Классификация водосливов.

11.2. Водосливы с тонкой стенкой

Основная расчетная формула для прямоугольных водосливов с тонкой стенкой. Свободное истечение через прямоугольный водослив с вертикальной тонкой стенкой.

11.3. Водосливы с широким порогом и со стенкой практического профиля

Неподтопленные водосливы с широким порогом. Подтопленные водосливы с широким порогом.

11.4. Водосливы со стенкой практического профиля

Прямые прямоугольные водосливы со стенкой практического профиля.

12. Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией

12.1. Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией

Вывод формулы Н.Е. Жуковского для гидравлического удара и скорость звука. Волновые уравнения одномерного нестационарного движения воды, первофазный, предельный и обратный гидроудар в напорных водоводах ГЭС. Нестационарное движение воды в напорной деривации ГЭС и методы расчёта уравнительного резервуара.

3.3. Темы практических занятий

1. 3.Примеры расчета силы равномерно распределенного давления на плоские и криволинейные поверхности, контроль и обсуждение выполненных первых частей (условие равновесия выделенного объекта) РЗ1. Тест ГМ-1 (ПЗ);
2. 4.Методы и примеры расчета сил давления на плоские наклонные поверхности в тяжелой жидкости (П4). Защиты РЗ-1;
3. 11.Методы и примеры расчета истечения из резервуара при переменном напоре. Выдача расчётного задания №4 (РЗ-4) (П11);
4. 14.Методы и задачи расчёта длинных и коротких каналов при сопряжении бьефов. Тест ГМ-2 (П14);
5. 6.Защиты РЗ-2. Контрольная работа по гидростатике – КР-1 (П6);
6. 9.Особенности задач расчета одномерных напорных течений в гидравлических системах энергетических объектов, примеры расчёта. Контроль и обсуждение выполненных первых частей (запись уравнения Бернулли и расчётно-графическая схема) РЗ-3 (П9);
7. 1. Методы и примеры расчета гидростатического давления с использованием основной формулы гидростатики (П1);
8. 2.Методы расчета силы равномерно распределенного давления на плоские и криволинейные поверхности, выдача расчётного задания №1 (РЗ-1), индикаторы качества и самостоятельности выполнения РЗ-1 (П2);
9. 7.Методика расчета одномерных напорных течений: использование уравнений Бернулли и неразрывности, учёт и основные виды местных потерь. Пример расчета на основе задачи истечения из отверстия в тонкой стенке. Выдача расчётного задания №3 (РЗ-3), индикаторы качества и самостоятельности выполнения РЗ-3 (П7);
10. 8.Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов: учёт потерь на гидравлическое трение по длине; примеры расчёта (П8);

11. 10. Контрольная работа – КР-2, защиты РЗ-3 (П10);
12. 12. Основные задачи при расчете трапецеидальных каналов на равномерное движение воды: классификация задач и методы их решения, пример решения для не размывающей скорости пропуска воды с помощью перепадов. Графический метод определения нормальной и критической глубин (П12);
13. 5. Методы и примеры расчета сил давления на криволинейные поверхности в тяжелой жидкости. Выдача расчетного задания №2 (РЗ2), индикаторы качества и самостоятельности выполнения РЗ2 (П5);
14. 13. Методика и задачи определения форм свободной поверхности при резком изменении уклона дна. Защита РЗ-4 (П13).

3.4. Темы лабораторных работ

1. 10. Защита лабораторных работ: тест «Блок лабораторных работ ГМ» (ГМ-ЛР), защиты лабораторных работ ЛР 1–9 (КМ-4);
2. 9. Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние (ЛР-9);
3. 6. Определение коэффициентов кинетической энергии и количества движения (ЛР-6);
4. 8. Определение коэффициента местного сопротивления при внезапном осесимметричном расширении трубопровода (ЛР-8);
5. 7. Исследование гидравлического сопротивления по длине напорного трубопровода круглого сечения (ЛР-7);
6. 5. Построение диаграммы уравнения Бернулли (ЛР-5);
7. 3. Исследование смены режимов течения (ЛР-3);
8. 2. Определение гидростатических давлений (ЛР-2);
9. 1. Техника измерений гидродинамических величин (ЛР-1);
10. 4. Определение степени турбулентности потока (ЛР-4).

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидростатика"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Гидравлический прыжок и волны перемещения"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов"

11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Водосливы"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Гидростатика"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Знать:														
особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС	ИД-3ПК-4				+			+		+	+	+	+	Тестирование/Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС (ГМ-2)
теоретические основы гидродинамических процессов при движении жидких сред в каналах произвольной формы	ИД-3ПК-4	+	+											Тестирование/Аксиоматика и физико-математический аппарат Гидромеханики (ГМ-1)
Уметь:														
проводить экспериментальные исследования по определению гидродинамических параметров рабочих сред в каналах произвольной формы	ИД-3ПК-4			+	+	+	+		+					Тестирование/Блок лабораторных работ ГМ (ГМ-ЛР)
использовать методы гидравлических расчетов одномерных течений жидкости для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики	ИД-3ПК-4					+	+							Контрольная работа/Расчет одномерных течений (КР2)
использовать методы расчета сил давления на элементы конструкций произвольной формы для решения профессиональных задач в области гидроэнергетики	ИД-3ПК-4			+										Контрольная работа/Силы давления на элементы конструкций произвольной формы (КР1)

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Аксиоматика и физико-математический аппарат Гидромеханики (ГМ-1) (Тестирование)
2. Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС (ГМ-2) (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Блок лабораторных работ ГМ (ГМ-ЛР) (Тестирование)
2. Расчет одномерных течений (КР2) (Контрольная работа)
3. Силы давления на элементы конструкций произвольной формы (КР1) (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика : учебник для вузов по специальности "Гидравлические машины и средства автоматизации" / Б. Т. Емцев . – М. : Машиностроение, 1978 . – 463 с.;
2. Лабораторный практикум по гидроаэромеханике / Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) ; Ред. П. М. Слисский . – М. : Изд-во МЭИ, 1975 . – 115 с.
<http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=905>;
3. Никитин О. Ф.- "Гидравлика и гидропневмопривод", (2-е изд., испр. и доп.), Издательство: "МГТУ им. Баумана", Москва, 2012 - (430 с.)
<https://e.lanbook.com/book/106279>;
4. Чугаев, Р. Р. Гидравлика (техническая механика жидкости) : учебник для гидротехнических специальностей вузов / Р. Р. Чугаев . – 6-е изд., репринтное . – М. : БАСТЕТ, 2013 . – 672 с. - ISBN 978-5-903178-35-3 .;
5. Лабораторные работы по курсу "Механика жидкости и газа". Гидравлические сопротивления / Моск. энерг. ин-т (МЭИ) ; ред. Б. Т. Емцев . – М. : МЭИ, 1983 . – 23 с.;
6. Сборник задач по гидравлике : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / ред. И. И. Куколевский, Л. Г. Подвидза . – 3-е изд., перераб. и доп. . – М. : Машиностроение, 1972 . – 471 с.;

7. Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние : практикум : учебное издание по курсам "Гидромеханика" и "Гидроаэродинамика" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. В. Волков, А. И. Давыдов, И. А. Зюбин, А. В. Рыженков, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Издательский дом МЭИ, 2019 . – 40 с. - ISBN 978-5-383-01403-5 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики	стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер,

		кондиционер
Помещения для консультирования	Г-204, Учебная лаборатория "Возобновляемые источники энергии"	стол учебный, стул, трибуна, шкаф для документов, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, лабораторный стенд, ноутбук, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидромеханика

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Аксиоматика и физико-математический аппарат Гидромеханики (ГМ-1) (Тестирование)
- КМ-2 Силы давления на элементы конструкций произвольной формы (КР1) (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет одномерных течений (КР2) (Контрольная работа)
- КМ-4 Блок лабораторных работ ГМ (ГМ-ЛР) (Тестирование)
- КМ-5 Особенности гидродинамических процессов в проточных частях оборудования и сооружений ГЭС (ГМ-2) (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	10	13	14
1	Предмет и аксиоматика гидромеханики. Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание						
1.1	Предмет и аксиоматика гидромеханики		+				
1.2	Физические свойства и модели жидких сред, их параметрическое описание		+				
2	Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия						
2.1	Дифференциальные уравнения гидростатики и движения жидких сред. Гидродинамическое подобие и критерии подобия		+				
3	Гидростатика						
3.1	Свойства гидростатического давления и его сил, вывод расчётных формул			+		+	
3.2	Методы расчета гидростатического давления и его сил			+			
3.3	Экспериментальное определение гидростатических давлений					+	
4	Кинематика и условие сплошности. Явление турбулентности						
4.1	Расход и средняя скорость жидкости, уравнение неразрывности					+	
4.2	Явление турбулентности						+

4.3	Безвихревые движения жидких сред					+
4.4	Вихревые течения несжимаемой жидкости					+
4.5	Режимы и степень турбулентности течения жидких сред				+	
5	Гидродинамика одномерных течений несжимаемой жидкости					
5.1	Одномерная модель реальных потоков			+	+	
5.2	уравнения Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости			+	+	
5.3	Уравнение количества движения				+	
5.4	Методика расчета одномерных напорных течений (П7)			+		
5.5	Экспериментальное изучение гидродинамики одномерных течений несжимаемой жидкости				+	
6	Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадков					
6.1	Потери гидродинамического напора и классификация гидравлических сопротивлений			+	+	
6.2	Потери по длине и гидравлический коэффициент трения			+	+	
6.3	Местные сопротивления			+	+	
6.4	Истечение жидкости из отверстий и насадков				+	
6.5	Методы и основные задачи расчета простых трубопроводов			+		
6.6	Экспериментальное изучение гидравлических сопротивлений				+	
7	Равномерное установившееся движение воды в открытых руслах					
7.1	Характер равномерного установившегося безнапорного движение воды и основные расчётные соотношения					+
7.2	Гидравлические элементы живого сечения потока в канале					+
7.3	Основные гидродинамические параметры равномерного установившегося безнапорного движение воды					+
7.4	Основные задачи при расчете трапецеидальных каналов на равномерное движение воды (П12)					+
8	Гидравлический прыжок и волны перемещения					
8.1	Переход потока воды со свободной поверхностью из бурного в спокойное состояние				+	
8.2	Волны перемещения				+	

8.3	Экспериментальное исследование перехода бурного потока со свободной поверхностью в спокойное состояние				+	
9	Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах					
9.1	Неравномерное установившееся движение воды в открытых руслах					+
10	Кривые свободной поверхности. Сопряжение бьефов					
10.1	Кривые свободной поверхности					+
10.2	Сопряжение бьефов					+
11	Водосливы					
11.1	Терминология и классификация водосливов					+
11.2	Водосливы с тонкой стенкой					+
11.3	Водосливы с широким порогом и со стенкой практического профиля					+
11.4	Водосливы со стенкой практического профиля					+
12	Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией					
12.1	Нестационарные процессы в водоподводящих сооружениях ГЭС с напорной деривацией					+
Вес КМ, %:		15	20	20	25	20