




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный Федеральный Университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

Согласовано
Инженерная Школа ДВФУ

Руководитель ОП
Гидротехническое строительство
 Корнюшин П.С.
(подпись)

«1» июня 2015г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой гидротехники, теории
зданий и сооружений

 Н.Я. Цимбельман
(подпись)

«1» июня 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроэлектростанции и гидромашинны

Направление 08.03.01 Строительство
профиль «Гидротехническое строительство»

Инженерная школа
Кафедра гидротехники, теории зданий и сооружений
курс – 3, семестр 6
лекции -36 час.
практические занятия - 36 час.
лабораторные работы – не предусмотрены.
в том числе с использованием МАО лек /пр..
всего часов аудиторной нагрузки – 72 час.
в том числе с использованием МАО –час.
самостоятельная работа -72 час.
в том числе на подготовку к экзамену - 0 час.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрено
зачет -6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015г № 201.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений протокол № 9 от « 28 » мая 2015 г

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Н.Я. Цимбельман
Составитель: А.Э.Фарафонов

I. Рабочая учебная программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016 г.

Заведующий кафедрой  Н.Я.Цимбельман

II. Рабочая учебная программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 201 г. № _____

Заведующий кафедрой _____

Аннотация дисциплины «Гидроэлектростанции и гидромашины»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 Строительство профиль «Гидротехническое строительство», входит в обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.В.ОД.10).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 час). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа (72 часа). В составе дисциплины предусмотрено выполнение студентами расчетно-графической работы в 6 семестре. Дисциплина реализуется в 6 семестре. Форма контроля по дисциплине – зачет.

Дисциплина «Гидроэлектростанции и гидромашины» базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин «Инженерная гидрология и океанология», «Речные гидротехнические сооружения», «Гидравлика гидротехнических сооружений».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с:

- проектированием и эксплуатацией основных сооружений ГЭС и ГАЭС;
- регулированием стока для целей гидроэнергетики;
- расчетами гидравлических турбин и пр.

Целью дисциплины является: формирование профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста к использованию знаний в области гидроэнергетики при решении практических задач в рамках изыскательской и проектно-конструкторской и производственно-технологической и производственно-управленческой деятельности.

Задачи дисциплины:

- производить расчет и проектирование водоприемных сооружений ГЭС.
- рассчитывать и проектировать сооружения, подводящие и отводящие воду к турбинному оборудованию.
- компоновать гидроэнергетический узел.

Для успешного изучения дисциплины «Гидроэлектростанции и гидромашины» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

- знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест (ПК-1).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих профессиональной и профессионально-специализированных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	знает	Основные законы физики, сопротивления материалов, строительной механики,
	умеет	Применять закономерности при проектировании гидротехнических сооружений
	владеет	Способностью самостоятельно выполнять водно-энергетические расчеты. Способностью подбирать реактивные гидротурбины по номенклатурным данным и главным универсальным характеристикам
ПК-4 способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	знает	основные сооружения ГЭС и НС; основные сооружения ГАЭС
	умеет	Сделать расчет регулирования стока для целей гидроэнергетики.
	владеет	Методами оптимального размещения основных компонентов ГЭС

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Гидроэлектростанции и гидромашины» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: проблемное обучение, консультирование и рейтинговый метод.

I СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Тема 1. Введение. Комплексное использование водных ресурсов (2 час). Водные и водноэнергетические ресурсы. Запасы водной энергии. Технические запасы. Экономически выгодные к использованию запасы. Альтернативные источники энергии и их запасы.

Тема 2. Типы гидроэнергетических установок (2 час). Гидроэлектрические станции. Насосные станции. Гидроаккумулирующие электростанции. Проливные электростанции. Схемы использования водной энергии: плотинная, деривационная, плотинно-деривационная. Особые схемы использования водных ресурсов. Схема насосного аккумуляирования энергии.

Тема 3. Схема использования энергии приливов. Водохранилища ГЭС (2 час). Однобассейновая схема. Многобассейновая схема. Периоды работы ПЭС. Мощность и энергия вырабатываемая ГЭС. Типы водохранилищ. Естественные водохранилища. Искусственные водохранилища. Верховые и собственные водохранилища. Характеристики водохранилища. Потери воды из водохранилища. Испарение. Фильтрация. Оседание льда на берегах.

Тема 4. Основные виды регулирования стока (2 час). Многолетнее регулирование. Годичное регулирование. Суточное регулирование. Недельное регулирование. Специальные виды регулирования. Трансформация паводков и половодий. Аварийное использование водохранилищ. Наполнение и сработка водохранилищ. Обеспеченность гарантированной отдачи водохранилищ.

Тема 5. Интегральная кривая стока и ее применение (4 час). Анализ интегральной кривой. Лучевой масштаб. Интегральная кривая в косоугольной системе координат. Построение интегральной кривой с помощью лучевого масштаба. Задача о полном регулировании стока.

Тема 6. Регулирование стока с помощью интегральной кривой (2 час). Сезонное регулирование стока с помощью интегральной кривой. Определение регулировочных расходов. График колебания объемов. График колебания уровней в верхнем бьефе. График колебания уровней в нижнем бьефе. График колебания напоров. График колебания мощностей.

Тема 7. Многолетнее и другие виды регулирования стока (2 час). Годичное регулирование стока комплексным водохранилищем. Многолетнее регулирование стока с помощью интегральной кривой. Регулирование стока по диспетчерскому графику. Ограниченное и неограниченное суточное регулирование. Основы регулирования стока с использованием методов математической статистики. Регулирование стока на каскаде ГЭС.

Тема 8. Системы турбин и их основные параметры (2 час). Классификация турбин. Активные турбины. Реактивные турбины. Агрегаты ГАЭС. Основные параметры турбин. Номинальный диаметр. Частота вращения. Расход, напор, мощность и КПД турбин.

Тема 9. Основное уравнение турбины и их моделирование (2 час). Моделирование турбин. Геометрическое, кинематическое, динамическое подобие. Определение параметров натурной турбины. Эмпирические формулы определения коэффициента полезного действия турбин. Кавитация и причины ее возникновения. Определение коэффициента кавитации. Высота отсасывания.

Тема 10. Характеристики турбин (2 час). Главная универсальная характеристика. Эксплуатационная характеристика. Рабочая характеристика. Выбор гидромеханического оборудования здания ГЭС. Выбор расчетного напора. Установленной мощности ГЭС. Выбор типа турбин. Расчет характеристик турбин.

Тема 11. Спиральные камеры и отсасывающие трубы (2 час). Бетонные камеры. Стальные и сталежелезобетонные камеры. Двухзаходные спиральные камеры. Графоаналитические методы расчета спиральных камер. Допускаемые скорости в камерах. Расчет железобетонных камер. Расчет спиральных камер круглого сечения. Отсасывающие трубы. Элементы отсасывающих труб. Проектирование отсасывающих труб.

Тема 12. Электроэнергетическое и механическое оборудование ГЭС (4 час). Типы и параметры гидрогенераторов. Конструкции гидрогенераторов. Зонтичные гидрогенера-

торы. Подвесные гидрогенераторы. Определение габаритов гидрогенераторов. Электрические части гидроагрегатов. Типы и параметры трансформаторов. Размещение и установка трансформаторов. Подъемно-транспортное оборудование гидроэлектростанций. Козловые и мостовые краны. Гидроподъемники.

Тема 13. Типы зданий станций и их основные элементы (4 час). Руслловые, приплотинные, деривационные ГЭС. Водоприемники ГЭС. Проточный тракт гидромашин. Проектирование турбинных камер и отсасывающих труб. Нижняя массивная часть здания ГЭС. Фундаментные плиты. Турбинный этаж. Верхнее строение зданий ГЭС. Машинный зал. Монтажная площадка. Проектирование гидроагрегатного блока. Определение высотного и планового положения здания ГЭС.

Тема 14. Проектирование зданий ГЭС и турбинных трубопроводов (4 час). Разрезка здания температурными швами и температурно-осадочными швами. Подземный контур здания ГЭС. Типы турбинных трубопроводов. Выбор типа трубопроводов. Трассы трубопроводов и схемы подвода воды к турбинам. Конструкции трубопроводов. Компенсаторы.

II СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36/0 час.)

Занятие 1. Интегральная кривая стока и ее применение. (4 час).

Интегральная кривая в косоугольной системе координат.

Сезонное регулирование стока.

Колебание объемов воды в водохранилище.

Занятие 2. Регулирование стока с помощью интегральной кривой(5 час).

Колебание уровней воды в верхнем и нижнем бьефах.

Колебание напоров и мощностей.

Кривая обеспеченности мощности по водотоку.

Занятие 3. Многолетнее и другие виды регулирования стока. (5 час).

Определение рабочей гарантированной мощности.

Определение емкости бьефа для проведения суточного регулирования.

Занятие 4. Турбины, спиральные камеры и отсасывающие трубы. (8 час).

Подбор турбин по номенклатурным графикам.

Построение рабочей характеристики турбины.

Расчет спиральной камеры.

Расчет отсасывающей трубы.

Занятие 5. Электроэнергетическое и механическое оборудование ГЭС. (8 час).

Определение размеров гидрогенератора.

Определение размеров трансформатора.

Гидравлический расчет водоприемных сооружений ГЭС.

Определение размеров турбинного блока.

Занятие 6. Типы зданий станций и их основные элементы (6 час).

Определение отметки рабочего колеса турбины.

Машинный зал и монтажная площадка.

Подземный контур здания ГЭС и плотины.

Разрезка здания ГЭС деформационными швами.

III УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашины» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Введение. Комплексное использование водных ресурсов (2 час)	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
2	Тема 2. Типы гидроэнергетических установок (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
3	Тема 3. Схема использования энергии приливов. Водохранилища ГЭС (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
4	Тема 4. Основные виды регулирования стока (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
5	Тема 5. Интегральная кривая стока и ее применение (4 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
6	Тема 6. Регулирование стока с помощью интегральной кривой (2 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
7	Тема 7. Многолетнее и другие виды регулирования стока (2 час).	ПК-3	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
8	Тема 8. Системы турбин и их основные параметры (2 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
9	Тема 9. Основное уравнение турбины и их моделирование (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
10	Тема 10. Характеристики турбин (2 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
11	Тема 11. Спиральные камеры и отсасывающие трубы (2 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
12	Тема 12. Электроэнергетическое и механическое оборудование ГЭС (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
13	Тема 13. Типы зданий станций и их основные элементы (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7

			владеет	ПР-4	Зачет
14	Тема 14. Проектирование зданий ГЭС и турбинных трубопроводов (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет

* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

У СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Синюгин, В.Ю. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике [Электронный ресурс] / В.Ю. Синюгин, В.И. Магрук, В.Г. Родионов. — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104574>.
2. Водно-энергетические расчеты и подбор основного оборудования гидроэлектростанции [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство и 20.03.02 Природообустройство и водопользование/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62613.html>
3. Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций П 79-2000 [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22764.html>
4. Михайлов И.Е. Регулирование стока, оборудование и проектирование зданий гидроэлектростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Михайлов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017.— 342 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65701.html>
5. Гидроэлектростанции и гидромашинны [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсового проекта / Дальневосточный федеральный университет ; [сост. : С. Г. Гомольский, В. И. Максименко, А. Э. Фарафонов] — Электрон. текстовые данные.— Владивосток: Изд. дом Дальневосточного федерального университета, 2013. - 41 с. ил., табл. – Режим доступа: <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000831858>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Щавелев Д.С. и др. Гидроэнергетические установки. Л.: Энергоиздат, 1981-517с.
2. Губин Ф.Ф., Кривченко Г.И. и др. Гидроэнергетические станции. М.: Энергия, 1980-

3. Февралев А.В. Проектирование гидроэлектростанций на малых реках [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Февралев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 181 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30820.html>

Нормативно-правовые материалы

1. ["СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80* \(с Изменением N 1\)" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
2. ["СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
3. ["СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
4. ["СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 \(с Изменением N 1\)" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
5. ["СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 \(с Изменением N 1\)" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
6. ["СП 41.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
7. ["СП 38.13330.2012 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения \(волновые, ледовые и от судов\). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)
8. ["СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81* \(актуализированного СНиП II-7-81* "Строительство в сейсмических районах" \(СП 14.13330.2011\)\) \(с Изменением N 1\)" \(Источник: ИСС "ТЕХЭКСПЕРТ"\)](#)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1> Научная библиотека ДВФУ
2. <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU> Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн катало
3. <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery> Научная электронная библиотека НЭБ
4. <http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx> Полнотекстовая база данных ГОСТов, действующих на территории РФ
5. <http://www.studentlibrary.ru/> ЭБС «Консультант студента»
6. <http://znanium.com/> ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»
7. www.library.mephi.ru Электронная библиотека НИЯУ МИФИ
8. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
9. <http://www.iprbookshop.ru> Электронно-библиотечная система Международной ассоциации строительных высших учебных заведений (ЭБС АСВ) на портале ЭБС IPRBooks:
10. <http://www.iprbookshop.ru> Электронно-библиотечная система Международной ассоциации строительных высших учебных заведений (ЭБС АСВ) на портале ЭБС IPRBooks:
11. <http://docs.cntd.ru> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено ПО, кол-во рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е709, 25	Microsoft Office Professional – офисный пакет, включающий ПО для работы с различными типами документов; 7Zip 9.20 - файловый архиватор; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ); Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для публикаций в формате PDF; AutoCAD Electrical 2015 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; Abaqus FEA - пакет МКЭ; Anchored structures – пакет расчета плавучих сооружений и моделирования якорных системы удержания при воздействии волновых и ледовых нагрузок. ANSYS – пакет МКЭ для решения стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики; LIRA – пакет МКЭ для расчета конструкций различного назначения; LS DYNA – пакет МКЭ для решения трёхмерных динамических нелинейных задач механики деформируемого твёрдого тела, механики жидкости и газа, теплопереноса; PLAXIS – пакет МКЭ для решения геотехнических задач; SCAD – пакет МКЭ для расчета стальных и железобетонных конструкций; STATYSTICA - пакет для статистического анализа, реализующий функции анализа данных, управления данных, добычи данных, визуализации данных; MS project – пакет для систем управления проектами, разработки календарных и ресурсных планов, анализа рисков, распределении ресурсов по задачам, отслеживания прогресса и анализа объёмов работ; CorelDRAW Graphics Suite - графический редактор; MATLAB R2016a - пакет прикладных программ для программирования решения инженерных задач.

VI МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Успешное изучение курса требует от студентов посещения аудиторных занятий, активной работы на практических занятиях и семинарах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной, дополнительной и нормативной литературой.

Запись конспекта лекций или практических занятий – одна из основных форм активной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Работа над текстом лекции или практического занятия способствует более глубокому пониманию материала лек-

ции ее содержание, позволяет развивать аналитическое мышление. В конце лекции преподаватель оставляет время (5-10 минут) для того, чтобы студенты имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу.

При формировании конспекта студенту рекомендуется придерживаться некоторых правил графического дизайна оформления текста. В частности, необходимо четко выделять заголовки различных уровней шрифтами одинакового для каждого уровня исполнения. Формулировки и определения выделять обозначением на полях, шрифтом, цветом или подчеркиванием. Текст одинаковой значимости должен быть выделен одним и тем же способом.

Предпочтительным является фиксирование лекционного материала в виде таблиц или, если это возможно, организационных диаграмм.

Для наилучшего восприятия материала рекомендуется писать конспект разборчивым почерком и применять только общепринятые или понятные данному студенту сокращения.

Каждому студенту рекомендуется разработать индивидуальную систему понятных ему сокращений.

При подготовке к занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций или практических занятий, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В случае наличия неясных моментов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем, подготовить список вопросов, которые необходимо будет задать преподавателю на следующей лекции или ближайшей консультации, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы курса - залог успешной работы и положительной оценки.

Рекомендации по использованию учебно-методического комплекса дисциплины.

При изучении дисциплины студентам рекомендуется пользоваться следующими учебно-методическими материалами: конспектом лекций и практических занятий по дисциплине; учебниками и учебными пособиями; государственными стандартами; периодическими изданиями по тематике изучаемой дисциплины, методическими рекомендациями по выполнению практических и курсовых работ. Рекомендуемый перечень литературы приведен рабочей программе учебной дисциплины (см. раздел 5).

Методические указания к выполнению практических работ содержат исходные данные, содержание и порядок выполнения работ, примеры выполнения.

Пользуясь методическими указаниями к выполнению практических работ, следует избегать формализованного подхода к выполнению работы, основанного лишь на механической подстановке значений своего варианта задания в примеры выполнения работ без понимания сущности рассматриваемых процессов и алгоритма решаемой задачи.

Для подготовки отчета к защите следует проанализировать результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению практических работ. Отчет завершается выводами по результатам работы.

Полностью подготовленный и надлежаще оформленный отчет практической работы передается для проверки и защиты преподавателю, ведущему практические занятия по данной дисциплине.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой следует начинать со знакомства со списком рекомендуемой учебной литературы по дисциплине (см. раздел 5 рабочей программы), в которой перечислены основная, дополнительная и нормативная литература, иные издания, интернет-ресурсы, необходимые для работы на занятиях.

Выбрав нужный источник, следует найти в нем интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, сопоставив с соответствующим разделом собственного конспекта.

В случае возникших затруднений следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Для полноты информации необходимо стремиться ознакомиться со всеми рекомендованными печатными и электронными источниками информации в необходимом для понимания темы полном объеме.

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего специалиста.

Рекомендации по подготовке к экзамену (зачету)

Подготовка к экзамену (зачету) является завершающим этапом в изучении дисциплины (семестра). Подготовку следует начинать с первой лекции и с первого практического занятия, поскольку знания, умения и навыки формируются в течении всего периода, предшествующего экзаменационной сессии.

Перед сдачей экзамена (зачета) студент должен сдать (защитить) отчеты по всем предусмотренным учебным планом практическим работам, сдать тесты (при необходимости), курсовую работу (или проект), если такая предусмотрена учебным планом.

Уточнить время и место проведения экзамена (зачета).

При подготовке к экзамену (зачету) студенту не позднее чем за неделю до экзамена (зачета) рекомендуется подготовить перечень экзаменационных вопросов и комплект источников для подготовки ответов на экзаменационные вопросы: конспект лекций, рекомендованные учебные пособия и учебно-методические материалы. При наличии интернет-источников обеспечить доступ в интернет и подготовить список необходимых сайтов.

Подготовку к экзамену (зачету) необходимо проводить не менее трех-четырёх полных дней без существенных перерывов и отвлечения на посторонние темы.

При сдаче экзамена (зачета) необходимо учитывать, что при оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

- правильность ответов на вопросы;
- полнота и лаконичность ответа;
- умение толковать и применять нормативные акты;
- способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, разделять причину и следствия процесса;
- способности дачи адекватных выводов и заключений;
- ориентирование в нормативно-технической литературе;
- логика и аргументированность изложения;
- культура ответа.

VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория L-353	Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации; Подсистема аудиокмутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Мультимедийная аудитория, E706	Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. E708 и E709, на 50 человек	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK, Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi, беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеувелечителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Гидроэлектростанции и гидромашинны

направление подготовки
08.03.01 Строительство
Профиль
«Гидротехническое строительство»

**Владивосток
2015**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Нормы времени на выполнение	текущий контроль
1	Тема 1. Введение. Комплексное использование водных ресурсов (2 час)	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
2	Тема 2. Типы гидроэнергетических установок (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
3	Тема 3. Схема использования энергии приливов. Водохранилища ГЭС (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
4	Тема 4. Основные виды регулирования стока (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
5	Тема 5. Интегральная кривая стока и ее применение (4 час).	Расчетно-графическая работа	8	ПР-15
6	Тема 6. Регулирование стока с помощью интегральной кривой (2 час).	Расчетно-графическая работа	8	ПР-15
7	Тема 7. Многолетнее и другие виды регулирования стока (2 час).	Расчетно-графическая работа	8	ПР-15
8	Тема 8. Системы турбин и их основные параметры (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
9	Тема 9. Основное уравнение турбины и их моделирование (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
10	Тема 10. Характеристики турбин (2 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
11	Тема 11. Спиральные камеры и отсасывающие трубы (2 час).	Расчетно-графическая работа	8	ПР-15
12	Тема 12. Электроэнергетическое и механическое оборудование ГЭС (4 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
13	Тема 13. Типы зданий станций и их основные элементы (4 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
14	Тема 14. Проектирование зданий ГЭС и турбинных трубопроводов (4 час).	Подготовка к занятию	1	УО-1
		Подготовка доклада по теме реферата	2	УО-3 ПР-4
		Конспектирование	1	ПР-7
ИТОГО			72	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации по написанию и оформлению реферата

Реферат – творческая деятельность студента, которая воспроизводит в своей структуре научно-исследовательскую деятельность по решению теоретических и прикладных проблем в определённой отрасли научного знания. В силу этого курсовая работа является важнейшей составляющей учебного процесса в высшей школе.

Реферат, являясь моделью научного исследования, представляет собой самостоятельную работу, в которой магистрант, аспирант, соискатель, решает проблему теоретического или практического характера, применяя научные принципы и методы данной отрасли научного знания. Результат данного научного поиска может обладать не только субъективной, но и объективной научной новизной, и поэтому может быть представлен для обсуждения научной общественности в виде научного доклада или сообщения на научно-практической конференции, а также в виде научной статьи.

Реферат выполняется под руководством научного руководителя и предполагает приобретение навыков построения делового сотрудничества, основанного на этических нормах осуществления научной деятельности. Целеустремлённость, инициативность, бескорыстный познавательный интерес, ответственность за результаты своих действий, добросовестность, компетентность – качества личности, характеризующие субъекта научно-исследовательской деятельности, соответствующей идеалам и нормам современной науки.

Реферат – это самостоятельная учебная и научно-исследовательская деятельность магистранта, аспиранта и соискателя. Научный руководитель оказывает помощь консультативного характера и оценивает процесс и результаты деятельности. Он предоставляет примерную тематику реферативных работ, уточняет совместно с студентом проблему и тему исследования, помогает спланировать и организовать научно-исследовательскую деятельность, назначает время и минимальное количество консультаций. Научный руководитель принимает текст реферата на проверку не менее чем за десять дней до защиты.

Традиционно сложилась определенная структура реферата, основными элементами которой в порядке их расположения являются следующие:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Оглавление.
4. Перечень условных обозначений, символов и терминов (если необходимо).
5. Введение.
6. Основная часть.
7. Заключение.
8. Библиографический список.
9. Приложения.

На титульном листе указываются: учебное заведение, выпускающая кафедра, автор, научный руководитель, тема исследования, место и год выполнения реферата.

Название реферата должно быть по возможности кратким и полностью соответствовать ее содержанию.

В оглавлении (содержании) отражаются названия структурных частей реферата и страницы, на которых они находятся. Оглавление целесообразно разместить в начале работы на одной странице.

Наличие развернутого введения - обязательное требование к реферату. Несмотря на небольшой объем этой структурной части, его написание вызывает значительные затруднения. Однако именно качественно выполненное введение является ключом к пониманию всей работы, свидетельствует о профессионализме автора.

Таким образом, введение – очень ответственная часть реферата. Начинаться должно введение с обоснования актуальности выбранной темы. В применении к реферату понятие «актуальность» имеет одну особенность. От того, как автор реферата умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения современности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Кроме этого, во введении необходимо вычлнить методологическую базу реферата, назвать авторов, труды которых составили теоретическую основу исследования. Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство автора со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, определять главное в современном состоянии изученности темы.

Во введении отражаются значение и актуальность избранной темы, определяются объект и предмет, цель и задачи, хронологические рамки исследования.

Завершается введение изложением общих выводов о научной и практической значимости темы, степени ее изученности и обеспеченности источниками, выдвижением гипотезы.

В основной части излагается суть проблемы, раскрывается тема, определяется авторская позиция, в качестве аргумента и для иллюстраций выдвигаемых положений приводится фактический материал. Автору необходимо проявить умение последовательного изложения материала при одновременном его анализе. Предпочтение при этом отдается главным фактам, а не мелким деталям.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая называется «заключение». Как и всякое заключение, эта часть реферата выполняет роль вывода, обусловленного логикой проведения исследования, и представляет собой синтез накопленной в основной части научной информации. Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится так называемое «выводное» знание, которое является новым по отношению к исходному знанию. Заключение может включать предложения практического характера, тем самым, повышая ценность теоретических материалов.

В Заключение реферата должны быть: а) представлены выводы по итогам исследования; б) теоретическая и практическая значимость, новизна реферата; в) указана возможность применения результатов исследования.

После заключения принято помещать библиографический список использованной литературы. Этот список составляет одну из существенных частей реферата и отражает самостоятельную творческую работу автора реферата.

Список использованных источников помещается в конце работы. Он оформляется или в алфавитном порядке (по фамилии автора или названия книги), или в порядке появления ссылок в тексте письменной работы. Во всех случаях указываются полное название работы, фамилии авторов или редактора издания, если в написании книги участвовал коллектив авторов, данные о числе томов, название города и издательства, в котором вышла работа, год издания, количество страниц.

Доклад студента - это самостоятельная работа на тему, предложенную преподавателем (тема может быть выбрана и студентом, но обязательно должна быть согласована с преподавателем). Цель доклада состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Подготовка доклада позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Доклад должен содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики выбранной темы доклады могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Структура доклада:

- Титульный лист;
- Введение - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически;
- На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования;
- Основная часть - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание доклада и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы;
- Заключение - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает доклад или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл, и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Доклад студента следует сопровождать презентационными материалами.

Методические рекомендации по подготовке мультимедиа презентации

1. Первый слайд должен содержать название доклада, ФИО и координаты (номер группы, направление подготовки, адрес электронной почты) выступающего. Каждый слайд должен иметь заголовок и быть пронумерованным в формате 1/11.
2. Презентация выполняется в программе MS PowerPoint.

3. Презентация начинается с аннотации, где на одном-двух слайдах дается представление, о чем пойдет речь. Большая часть презентаций требует оглашения структуры или ее содержания.

4. Презентация не заменяет, а дополняет доклад. Не надо писать на слайдах то, что можно сказать словами.

5. Оптимальная скорость переключения — один слайд за 1–2 минуты. Для кратких выступлений допустимо два слайда в минуту, но не быстрее. Слушатели должны успеть воспринять информацию и со слайда, и на слух. «Универсальная» оценка – число слайдов равно продолжительности выступления в минутах.

6. Размер шрифта основного текста – не менее 18 pt, заголовки ≥ 32 pt. Наиболее читабельным и традиционно используемым в научных исследованиях является Times New Roman. Необходимо оформлять все слайды в едином стиле.

7. При подготовке презентации рекомендуется в максимальной степени использовать графики, схемы, диаграммы и модели с их кратким описанием. Фотографии и рисунки делают представляемую информацию более интересной и помогают удерживать внимание аудитории, давая возможность ясно понять суть предмета.

Примерная тематика реферативных работ

1. Гидроэнергетическое строительство в СССР и РФ.
2. Водная энергия и ее запасы.
3. Источники энергии.
4. Типы гидроэнергетических установок.
5. Нетрадиционные источники энергии.
6. Малые ГЭС.
7. Крупнейшие ГЭС России (5 шт).
8. Методы строительства гидроэлектростанции.
9. Аварии на гидроэлектростанциях и их последствия.

Критерии оценки (устного доклада, реферата, сообщения, в том числе выполненных в форме презентаций):

✓ 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

Задания к расчетно-графическим работам

Предлагается провести следующие расчеты:

- расчеты по сезонному регулированию стока для целей гидроэнергетики;
- расчеты суточного регулирования стока и установленной мощности гидроэлектростанции;
- расчеты водноэнергетических характеристик ГЭС;

Исходные данные

1. Гидрограф маловодного года

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q_{ei}/Q_{max}	0,127	0,085	0,255	1,0	0,383	0,181	0,223	0,234	0,212	0,436	0,34	0,223

2. Максимальный расход $Q_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/с

3. Турбинный коэффициент $k_T = \underline{\hspace{2cm}}$

4. Кривая объемов водохранилища

dВБ, м	104	106	108	110	112	115
W/10 ⁸ , м ³	1	2,0	4,0	10,0	22,0	36,0

5. Отметка НПУ = $\underline{\hspace{2cm}}$ м

6. Глубина сработки водохранилища $h_{cp} = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

7. Кривая связи расходов и уровней в нижнем бьефе

dНБ, м	22	23	24	25	26	27	28
Q, м ³ /с	0	15	50	130	300	620	10000

8. Суточный график нагрузки энергосистемы

Часы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N _i /N _{max}	0,45	0,4	0,36	0,32	0,33	0,37	0,49	0,7	0,85	0,94	0,75	0,74
Часы	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N _i /N _{max}	0,74	0,75	0,8	0,86	0,94	0,99	1,0	0,96	0,85	0,85	0,65	0,45

9. Максимальная суточная мощность N_{max} = _____ мВт

Исходные данные для выполнения расчетно-графических работ

№	Ф.И.О. студента	№ вар.	Q_{\max} , м ³ /с	НПУ, м	$H_{\text{ср}}$, м	k_T	N_{\max} , мВт
1		10	8500	34	5,9	1,6	660
2		1	1300	113	6,9	1,46	595
3		3	1850	56	5,2	1,42	310
4		7	3600	25	7	1,52	1750
5		6	1020	78	10	1,46	220
6		9	1250	77	5,4	1,37	360
7		2	2800	45	4,7	1,36	350
8		10*	650	168	6,4	1,55	630
9		1*	7200	42	6,9	1,46	580
10		8	750	108	4,1	1,36	310
11		6*	1350	62	10	1,46	220
12		7*	1800	41	7,2	1,46	1700
13		4	430	154	4,6	1,43	320
14		2*	2000	56	5,2	1,52	370
15		3*	500	156	6	1,52	330
16		4*	4200	40	5,7	1,49	350
17		8*	700	116	5	1,47	300
18		9*	3080	53	6,2	1,45	330
19		5	5200	29	7,2	1,48	610
20		5*	1250	80	8	1,46	720
21		10	8500	34	5,9	1,6	660
22		1	1300	113	6,9	1,46	595
23		3	1850	56	5,2	1,42	310
24		7	3600	25	7	1,52	1750
25		6	1020	78	10	1,46	220
26		9	1250	77	5,4	1,37	360
27		2	2800	45	4,7	1,36	350
28		10*	650	168	6,4	1,55	630
29		1*	7200	42	6,9	1,46	580
30		8	750	108	4,1	1,36	310
31		6*	1350	62	10	1,46	220
32		7*	1800	41	7,2	1,46	1700
33		4	430	154	4,6	1,43	320

34		2*	2000	56	5,2	1,52	370
35		3*	500	156	6	1,52	330
36		4*	4200	40	5,7	1,49	350
37		8*	700	116	5	1,47	300
38		9*	3080	53	6,2	1,45	330
39		5	5200	29	7,2	1,48	610
40		5*	1250	80	8	1,46	720

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ.

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ приведены в Приложении 3

Критерии выставления оценки студенту за выполнение расчетно-графических работ по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашины»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«зачтено»/ «удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«не зачтено»/ «неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

Гидроэлектростанции и гидромашины

направление подготовки
08.03.01 Строительство
Профиль
«Гидротехническое строительство»
Форма подготовки очная

Владивосток
2015

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-3 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	знает	Основные законы физики, сопротивления материалов, строительной механики,
	умеет	Применять закономерности при проектировании гидротехнических сооружений
	владеет	Способностью самостоятельно выполнять водно-энергетические расчеты. Способностью подбирать реактивные гидротурбины по номенклатурным данным и главным универсальным характеристикам
ПК-4 способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	знает	основные сооружения ГЭС и НС; основные сооружения ГАЭС
	умеет	Сделать расчет регулирования стока для целей гидроэнергетики.
	владеет	Методами оптимального размещения основных компонентов ГЭС

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Тема 1. Введение. Комплексное использование водных ресурсов (2 час)	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
2	Тема 2. Типы гидроэнергетических установок (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
3	Тема 3. Схема использования энергии приливов. Водохранилища ГЭС (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
4	Тема 4. Основные виды регулирования стока (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
5	Тема 5. Интегральная кривая стока и ее применение (4 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
6	Тема 6. Регулирование стока с помощью интегральной кривой (2 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
7	Тема 7. Многолетнее и другие виды регулирования стока (2 час).	ПК-3	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
8	Тема 8. Системы турбин и их основные параметры (2 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
9	Тема 9. Основное уравнение турбины и их моделирование (2 час).	ПК-3	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет

10	Тема 10. Характеристики турбин (2 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
11	Тема 11. Спиральные камеры и отсасывающие трубы (2 час).	ПК-4	знает	ПР-15	Зачет
			умеет	ПР-15	Зачет
			владеет	ПР-15	Зачет
12	Тема 12. Электроэнергетическое и механическое оборудование ГЭС (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
13	Тема 13. Типы зданий станций и их основные элементы (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет
14	Тема 14. Проектирование зданий ГЭС и турбинных трубопроводов (4 час).	ПК-4	знает	УО-1	Зачет
			умеет	УО-3	Зачет, ПР-7
			владеет	ПР-4	Зачет

* Рекомендуемые формы оценочных средств: 1) устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2), доклад, сообщение (УО-3), круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (УО-4); 2) технические средства контроля (ТС): тренажер (ТС-1); 3) письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам или лабораторные работы (ПР-6), конспект (ПР-7), портфолио (ПР-8), проект (ПР-9), деловая или ролевая игра (ПР-10), кейс-задача (ПР-11), рабочая тетрадь (ПР-12), расчетно-графическая работа (ПР-15), творческое задание (ПР-16)

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
ПК-3 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	знает (пороговый)	Основные методы технико-экономических обоснований при планировании и проектировании объектов гидроэнергетики	- знает основные водно-энергетические ресурсы, типы энергетических установок; - знает основные принципы проектирования здания ГЭС, основные типы зданий и их элементы
	умеет (продвинутой)	Применять закономерности при проектировании гидротехнических сооружений	- Умеет определять схемы использования водной энергии; - Умеет разместить основные компоненты в здании, выбрать тип и конструкцию водоприемных устройств и трубопроводов; - Умеет определять основные нагрузки, действующие на сооружение
	владеет (высокий)	Современными методами проектирования гидроэнергетических сооружений	- Владеет способами определения размеров водохранилищ, методами определения водопотерь из водохранилищ; - Владеет методами расчета и проектирования основного здания ГЭС и турбинных трубопроводов
ПК-4	знает (пороговый)	Основные методы пред-	- знает основные системы турбин и их параметры,

способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности		проектной и проектной проработки	основное механическое и электрическое оборудование ГЭС; - знает методы анализа интегральной кривой для последующего регулирования стока; - знает состав механического и энергетического оборудования здания ГЭС; - знает основные принципы компоновки гидроузла, основные схемы подвода воды к турбинам
	умеет (продвинутый)	Планировать работы по проектированию и изысканиям при разработке гидротехнических сооружений.	- Умеет выполнить подбор турбины, определить ее основные характеристики; - Умеет определить колебания воды в верхнем и нижнем бьефах; - Умеет применять основные законы физики и механики для проектирования электроэнергетического оборудования и водоприемных сооружений; - Умеет разработать узлы крепления русла в нижнем бьефе;
	владеет (высокий)	Способностью самостоятельно выполнять водно-энергетические расчеты; Принимать обоснованные технические решения по проектированию объектов гидроэнергетики.	- Владеет методами анализа главной универсальной характеристики турбины; проектирования спиральных камер и отсасывающих труб; - Владеет методами статистического анализа для построения кривой обеспеченности мощности; - Владеет методами определения основных размеров гидрогенератора и трансформатора, размеров турбинного блока; - Владеет методами проектирования основных компонентов гидроэнергетического узла.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашин» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашин» проводится в форме контрольных мероприятий (*защиты практической работы, доклад и презентация ре-*

ферата) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы (задания и критерии оценки размещены в Приложении 1)

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашин» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Виды промежуточной аттестации – зачет – письменный ответ. В результате посещения лекций, практических занятий и семинаров студент последовательно осваивает материалы дисциплины. В ходе промежуточной аттестации студент представляет выполненные самостоятельно расчетно-графические задания и отвечает на предложенные вопросы.

Типовые вопросы к экзамену (зачету)

1. Гидроэнергетическое строительство в СССР и РФ.
2. Водная энергия и ее запасы.
3. Источники энергии.
4. Типы гидроэнергетических установок.
5. Схемы использования водной энергии. Плотинная и деривационная схемы.
6. Схемы использования водной энергии. Плотинно-деривационная схема и каскады ГЭС.
7. Особые схемы использования водной энергии.
8. Схема насосного аккумулирования энергии.
9. Схема использования энергии приливов.
10. Мощность и энергия, вырабатываемая ГЭС.
11. Типы водохранилищ и их характеристики.
12. Основные виды регулирования стока.
13. Обеспеченность гарантированной отдачи водохранилища.
14. Интегральная кривая и ее анализ.
15. Интегральная кривая в косоугольной системе координат.
16. Задача о полном регулировании стока.
17. Сезонное регулирование стока. Определение регулировочных расходов.
18. Сезонное регулирование стока. Графики колебания объемов и уровней в ВБ и НБ.
19. Сезонное регулирование стока. Графики колебания напоров и мощностей.
20. Регулирование стока по диспетчерскому графику.
21. Структура и график нагрузки электроэнергетических систем.
22. Неограниченное суточное регулирование. Маловодный период.
23. Неограниченное суточное регулирование. Период высокой и средней межени.
24. Ограниченное суточное регулирование.
25. Определение емкости бьефа или бассейна суточного регулирования.

26. Установленная мощность ГЭС.
27. Системы турбин. Осевые турбины.
28. Основное уравнение работы турбины.
29. Виды подобия при моделировании турбин.
30. Уравнение подобия турбин.
31. Коэффициент быстроходности турбин.
32. Кавитация в турбинах.
33. Условия возникновения кавитации в турбинах.
34. Характеристики турбин. Главная универсальная характеристика.
35. Характеристики турбин. Эксплуатационная характеристика турбин.
36. Характеристики турбин. Рабочая характеристика.
37. Номенклатура и маркировка турбин.
38. Выбор гидромеханического оборудования здания ГЭС и построение рабочей характеристики.
39. Определение Средневзвешенного коэффициента полезного действия.
40. Спиральные камеры. Железобетонные спиральные камеры.
41. Спиральные камеры. Стальные и сталежелезобетонные спиральные камеры.
42. Расчет спиральных камер таврового сечения.
43. Расчет спиральных камер круглого сечения.
44. Отсасывающие трубы и их назначение.
45. Расчет отсасывающих труб.
46. Типы и параметры гидрогенераторов.
47. Конструкции гидрогенераторов.
48. Системы охлаждения гидрогенераторов.
49. Системы возбуждения гидрогенераторов.
50. Электрическая часть гидроагрегатов.
51. Типы и параметры трансформаторов.
52. Размещение и установка трансформаторов.
53. Подъемно-трансформаторное оборудование ГЭС.
54. Основные и специальные типы здания ГЭС.
55. Водоприемники русловых ГЭС.
56. Водоприемники приплотинных ГЭС.
57. Проектирование турбинных камер.
58. Проектирование отсасывающих труб.
59. Нижняя массивная часть здания ГЭС.
60. Верхнее строение здания ГЭС. Машинный зал.
61. Верхнее строение здания ГЭС. Монтажная площадка.
62. Проектирование гидроагрегатного блока.
63. Определение высотного и планового расположения здания ГЭС.
64. Типы турбинных трубопроводов.
65. Трасса трубопроводов и схемы подвода воды к турбинам.
66. Конструкции трубопроводов и их опор.

Типовые экзаменационные билеты

Не предусмотрено.

Оценочные средства для текущей аттестации

Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене по дисциплине «Гидроэлектростанции и гидромашины»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	«зачтено»/ «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	«не зачтено»/ «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине
«Гидроэлектростанции и гидромашины»

направление подготовки
08.03.01 Строительство
профиль
«Гидротехническое строительство»
Форма подготовки очная

Владивосток

2015

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ

I. Интегральная кривая стока и основные параметры ГЭС

Введение

Практические занятия посвящены вопросам сезонного регулирования стока для энергетических целей и суточного регулирования, подбору гидромеханического оборудования здания ГЭС, расчету сооружений подводящих воду к турбине отводящих ее от турбин.

Целями практических занятий являются:

- закрепление полученных теоретических знаний;
- приобретение необходимых навыков при работе со справочной, нормативной и технической литературой;

Задачами практических занятий является разработка следующих основных вопросов:

- расчеты по сезонному регулированию стока для целей гидроэнергетики;
- расчеты суточного регулирования стока, определение графиков работы гидроэлектростанции в энергетической системе и выбор установленной мощности гидроэлектростанции;
- определение на основании проведенных расчетов водноэнергетических характеристик ГЭС;
- определение основных параметров и характеристик турбин;
- определение основных размеров и параметров гидрогенераторов
- определение размеров турбинных камер и отсасывающих труб.

1. Расчет годового (сезонного) регулирования стока для энергетических целей

Для расчета годового регулирования стока необходимы следующие исходные данные:

- гидрограф маловодного года;
- кривая связи объемов водохранилища и уровней;
- кривая связи расходов и уровней в створе гидроузла;
- отметка нормального подпорного уровня (НПУ);
- отметка уровня мертвого объема (УМО);
- максимальный турбинный расход.

Целью расчетов является определение графика зарегулированных мощностей для маловодного года. Для получения этого графика необходимо построить графики и произвести расчеты в ниже следующем порядке.

1.1. Гидрограф бытового стока маловодного года

На листе рулонной миллиметровой бумаги шириной 0,5 м вычерчивается гидрограф бытового стока расчетного маловодного года по заданным величинам среднемесячных расходов $Q_e = f_1(t)$. Масштаб оси времени для этого и последующих графиков следует выбрать $2 \text{ см} = 1 \text{ месяц} = 2,59 \cdot 10^6 \text{ с}$. Вертикальный масштаб величин выбирается в соответствии с литературой [1].

По величине бытовых расходов определяется значение среднегодового расхода Q_o , которое наносится на гидрограф (рис. 1.1). Затем строится кривая зависимости объёма водохранилища от уровня воды в нём, а также кривая связи расходов и уровней нижнего бьефа (рис. 1.1).

1.2. Интегральная кривая стока в косоугольной системе координат и лучевой масштаб

Построение интегральной кривой естественного стока выполняется в косоугольной системе координат. Это построение может быть выполнено либо с помощью предварительно построенного лучевого масштаба расходов, либо на основании расчета [2].

При построении интегральной кривой по данным расчёта, используется одно из её свойств, которое заключается в том, что ординаты точек кривой обозначают разность между суммарным притоком (определяемым расходами Q_e) и условным равномерным стоком (определяемым расходом Q_o) в рассматриваемые моменты времени. Для этого необходимо выполнить расчёт, пример которого представлен в табл. 1.1. Для упрощения расчёта в нём, условно не учитываются потери воды на испарение, фильтрацию, льдообразование и т.п., а также добавочный приток за счёт таяния льда, выпадение осадков в пределах водохранилища и т.п.

На основании выполненного расчёта производят построение интегральной кривой притока, установив при этом соответствующий масштаб объёмов, без предварительного построения лучевого масштаба расходов (рис. 1.1).

При известной отметке нормального подпорного уровня и по заданной глубине сработки водохранилища на основании топографической его характеристики (кривой зависимости объёмов водохранилища от уровня воды в нём) определяется полезный объём водохранилища.

Масштаб объёмов интегральной кривой устанавливается с учётом значения величины полезного объёма. Величина полезного объёма в принятом для интегральной кривой масштабе объёмов должна иметь вертикальный отрезок на графике, размером от 4 до 10 см.

Меньшая величина этого отрезка вызовет трудности в дальнейших построениях и график потеряет наглядность и точность. Большая величина этого отрезка увеличит до ненужных размеров по оси ординат интегральную кривую притока.

Масштаб объёмов удобно принимать кратным $1 \cdot 10^m$; $5 \cdot 10^m$; $2 \cdot 10^m$ где m показатель степени, зависящий от объёма водохранилища. Например, $1 \text{ см} = 50 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ и т.д.

Лучевой масштаб строится на основании уже известных масштабов объёмов и времени. Величина и направление луча при этом построении также известны. Форма построения лучевого масштаба, при которой луч среднегодового расхода направлен горизонтально, является наиболее удобной. При известных направлениях действительной оси времени (луч $Q = 0$) и луча среднегодового расхода (луч $Q = Q_0$) на график наносится лучевой масштаб расходов (рис. 1.1). Полюсное расстояние лучевого масштаба Π (на графике Π должно быть не менее 4 и не более 8 см) откладывается в масштабе времени, принятом для интегральной кривой. По значениям среднемесячных расходов с помощью лучевого масштаба также можно произвести построение интегральной кривой естественного стока за весь год и нанести координатную сетку с приведением линий $W = \text{const}$, параллельных найденному направлению нулевого луча лучевого масштаба ($Q = 0$). Точность графических построений при этом способе контролируется направлением луча, соответствующего среднегодовому расходу;

1.3. График зарегулированных расходов

На полученной интегральной кривой строится вспомогательная интегральная кривая (нижняя контрольная линия), смещённая вниз на величину полезного объёма $W_{\text{пл}}$ (рис. 1.1).

На лучевой масштаб расходов наносится луч, соответствующий пропускной способности всех турбин ГЭС в паводок Q_T .

Наличие этих данных даёт возможность приступить к расчётам регулирования стока и определения выработки и мощности ГЭС.

Следует иметь в виду, что годовое регулирование производится для водохозяйственного года, началом которого считается время начала половодья данного года (т.е. момент времени, при котором $Q_e \geq Q_T$), а концом – начало половодья следующего года. В соответствии с этим желательно производить построение гидрографа, условно считая, что гидрограф следующего года подобен гидрографу предыдущего года.

В пространстве между интегральными кривыми производится построение линии зарегулированных расходов. В периоды сработки водохранилища значение регулировочных расходов устанавливается по правилу натянутой нити.

Значение величин зарегулированных расходов Q_p определяется по лучевому масштабу и наносится на гидрограф естественного стока. После установления величины регулировочного расхода определяется коэффициент регулирования годового стока $\alpha = Q_p/Q_0$. Величина сбросных расходов при заданном гидрографе определяются разницей расходов притока и зарегулированных расходов ГЭС. Объёмы сбросов ($W_{\text{сброса}}$) при этом выражаются вертикальными отрезками между нижней интегральной кривой и линией зарегулированного в паводок расхода (рис. 1.1).

1.4. График изменения остаточных объёмов

На изменение остаточных объемов воды в водохранилище $W_{\text{ост}} = f_1(t)$ (рис.1.1) оказывают влияние используемые и приточные расходы. Величина остаточного объема в каждый момент времени определяется масштабом оси W и отрезком лежащим между интегральной кривой и натянутой линией, интегральной кривой и нижней контрольной линией, интегральной кривой и направлением турбинного расхода Q_T (см. рис.1.1).

1.5. Графики изменения уровней воды в верхнем и нижнем бьефах

График изменения уровней верхнего бьефа ГЭС $Z_{\text{ВБ}} = f_2(t)$ строится по остаточным объемам воды в полезном объеме водохранилища и кривой объемов водохранилища (рис. 1.1). Уровни верхнего бьефа на оси ординат графика указываются в абсолютных отметках, масштаб этой оси выбирается в зависимости от высоты призмы сработки водохранилища ($h_{\text{ср}}$).

Для построения графика изменения уровней нижнего бьефа $Z_{\text{НБ}} = f_3(t)$ применяются величины используемых расходов (зарегулированных расходов, турбинного расхода, сбросного расхода) и кривой связи расходов и уровней нижнего бьефа. Уровни нижнего бьефа на оси ординат графика указываются в абсолютных отметках. Масштаб этой оси выбирается в зависимости от возможного диапазона колебаний уровней НБ.

1.6. Графики изменения статического и полезного напоров

По графикам изменения уровней верхнего и нижнего бьефа строится график изменения статических напоров на ГЭС $H_{\text{ст}} = f_5(t)$ (рис. 1.1) с использованием формулы [1]

$$H_{\text{ст}} = Z_{\text{ВБ}} - Z_{\text{НБ}}. \quad (1.1)$$

Потеря напора в энергетических водоводах при пропуске расчетного расхода обычно составляют не более 5 – 15,5 % от статического напора. Для упрощения расчета потери напора при любом расходе в водоподводящем турбинном тракте на предварительной стадии проектирования можно определять по формуле [1, 3]

$$h_w = \frac{c H_{\text{ст}} Q^2}{\bar{Q}^2} = K Q^2, \quad (1.2)$$

где c – коэффициент, зависящий от типа ГЭС, для русловых ГЭС $c = 0,01$, для приплотинных ГЭС $c = 0,02$, для деривационных ГЭС $c = 0,05 - 0,15$; $H_{\text{ст}}$ – статический напор в рассматриваемый период времени, м; \bar{Q} – средний расход, используемый на турбинных ГЭС за весь период регулирования стока, м³/сек; Q – зарегулированный расход в рассматриваемый момент времени, м³/сек.

Полезный напор ГЭС $H_{\text{н}} = f_6(t)$ (напор нетто) для каждого момента времени определяется как разность статического напора и потерь напора в водопроводящих сооружениях

$$H_{\text{н}} = H_{\text{ст}} - h_w. \quad (1.3)$$

На графике $H_{\text{ст}} = f_5(t)$ вычерчивается и график напоров $H_{\text{н}} = f_6(t)$ (рис. 1.1).

1.7. График изменения мощности водотока

Выполненные расчёты по регулированию речного стока позволяют определить для каждого момента времени мощность ГЭС (кВт) по водотоку с использованием формулы [1, 3, 4, 5]

$$N=9,81QH_n\eta_t\eta_g. \quad (1.4)$$

В данном случае полагаем значения коэффициентов полезного действия турбин η_t и генераторов η_g неизменными, в силу этого выражение для мощности упрощается

$$N = A_{га}QH_n, \quad (1.5)$$

где $A_{га} = 9,81\eta_t\eta_g$ (значение $A_{га}$ приводится в [3, 4, 6, 7]).

Располагая для каждого момента времени значениями величин расходов потребления и напоров нетто, строится график изменения мощностей за заданный расчётный период (один год) $N = f_7(t)$ (рис. 1.1). Полученные, при этом расчёте мощности не учитывают её возможных колебаний в течение суток и являются среднесуточными. Площадь графика выражает величину возможной выработки электроэнергии на ГЭС по водотоку за расчётный период. Как видно из графика $N = f_7(t)$ (рис. 1.1), мощность ГЭС изменяется в известных пределах от некоторого минимума до максимума. Очевидно, что минимальная мощность ГЭС имеет вероятность превышения равную 100% и обеспечена в течение всего расчётного периода времени, максимальная же мощность имеет вероятность превышения близкую к нулю. Для характеристики мощности ГЭС, с точки зрения ее обеспеченности, строятся график вероятности превышения среднесуточных мощностей ГЭС $N = f_8(P)$ (рис. 1.1).

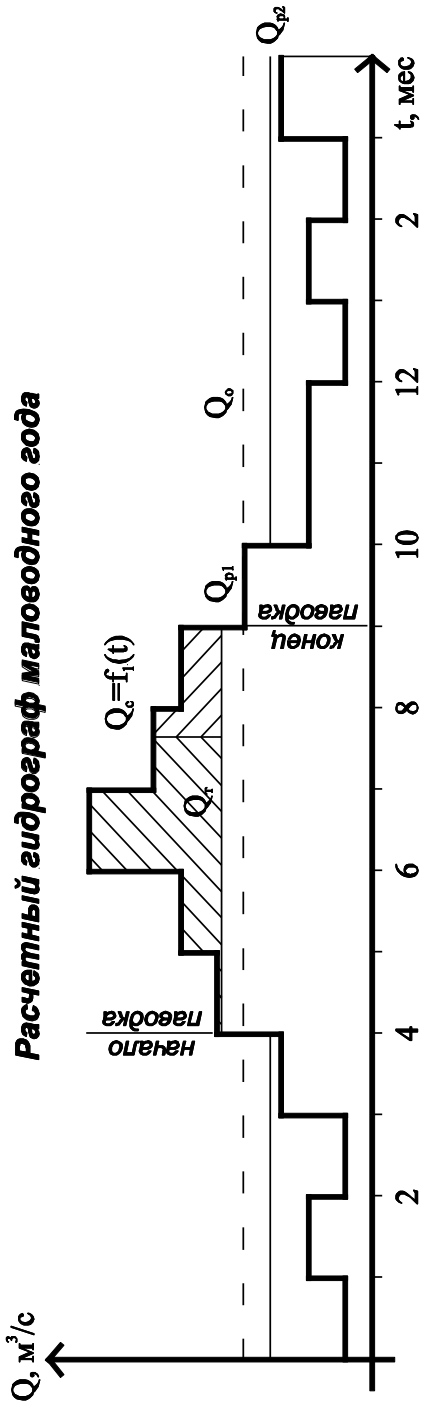
Построение этого графика следует выполнять рядом с графиком $N = f_7(t)$ (рис. 1.1), сохраняя на графике вероятности превышения такой же масштаб по оси N который был принят для графика $N = f_7(t)$.

Таблица 1.1. Определение ординат интегральной кривой притока в косоугольной системе координат.

Месяцы	Расход, м ³ /с		Объем притока, м ³		Нарастание объема притока по месяцам, м ³		Значение ординат интегральной кривой, м ³
	Q _e	Q _o	W _e =Q _e Δt	W _o =Q _o Δt	ΣW _e	ΣW _o	
1							W = ΣW _e - ΣW _o
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
12							
12							

Примечание: Δt – количество секунд в месяце.

Расчетный гидрограф маловодного года



Интегральная кривая притока

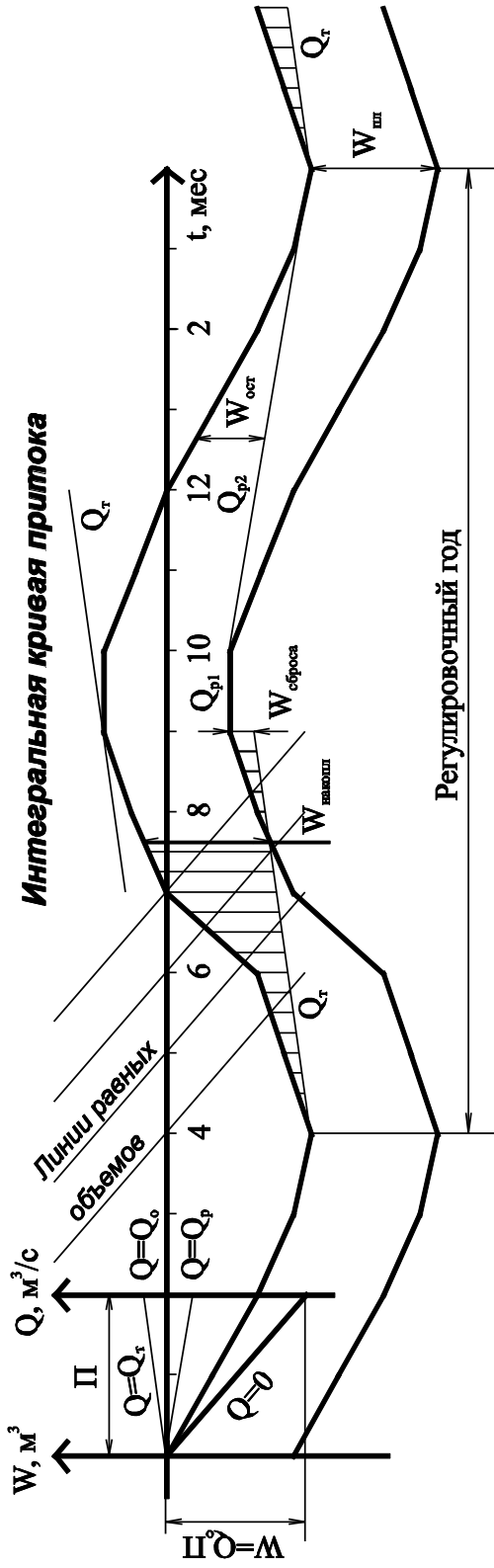
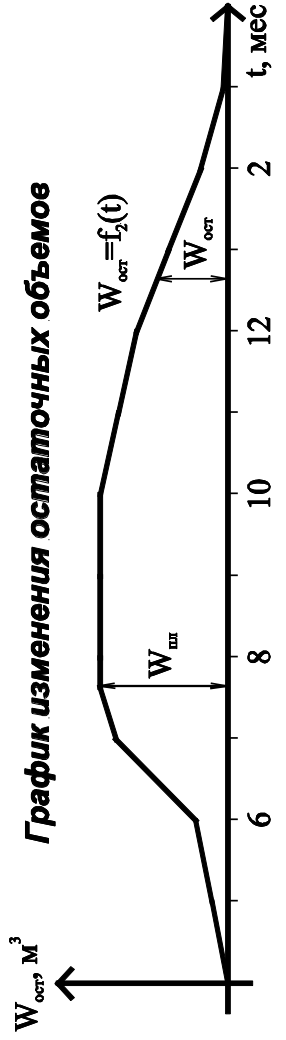


График изменения остаточных объемов



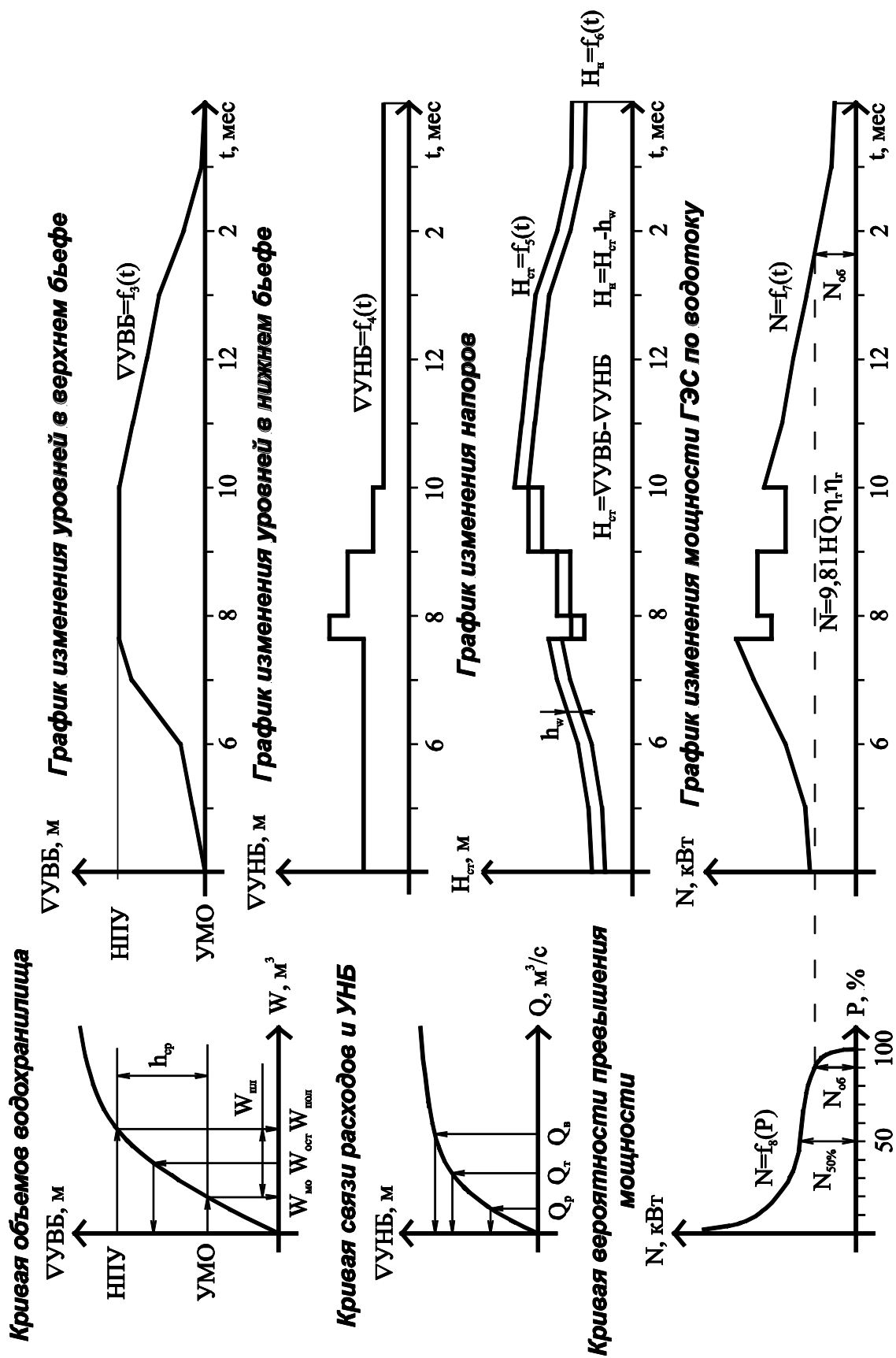


Рис. 1.1. Сезонное (годовое) регулирование стока.

2. Расчет суточного регулирования стока

Для расчета суточного регулирования стока необходимы следующие исходные данные:

- суточный график нагрузки энергосистемы;
- мощность водотока с вероятностью превышения $80 \div 95\%$.

Выполнение этой части практических занятий следует производить строя графики и производя ниже следующие вычисления.

2.1. Суточный график нагрузки энергосистемы и анализирующая кривая

На листе миллиметровой бумаги строится график максимальной в течение года суточной нагрузки энергосистемы (рис. 2.1). Масштаб горизонтальной оси времени графика принимается либо в одном см – два часа, либо в одном см – один час. По графику суточной нагрузки строится интегральная кривая суточной выработки $\mathcal{E} = f(N)$ (анализирующая кривая суточного графика нагрузки энергосистемы). График $\mathcal{E} = f(N)$ размещается рядом с графиком суточной нагрузки при одинаковых масштабах по оси N (рис. 2.1).

2.2. Рабочая гарантированная мощность $N_{p.g.}$

С использованием графиков построенных на предыдущем этапе определяют рабочую гарантированную мощность ГЭС $N_{p.g.}$, предварительно определив средне-суточную мощность ГЭС $N_{об}$, имеющую вероятность превышения $80 - 95\%$ (подробнее в [1, 3]). Исходя из принятой вероятности превышения, с графика вероятности превышения мощностей $N = f_8(P)$ снимается значение среднесуточной мощности $N_{об}$ (см. рис. 1.1). Полученная величина мощности в течение суток является неизменной и обеспечивает получение суточной выработки энергии $\mathcal{E}_{об}$ (кВт. час), равной

$$\mathcal{E}_{об} = N_{об} 24. \quad (2.1)$$

Обеспеченная суточная выработка ГЭС $\mathcal{E}_{об}$ может быть использована в энергосистеме в пике, полупике и базисе графика суточной нагрузки. В пиковой части графика нагрузки суточная выработка ГЭС $\mathcal{E}_{об}$ может быть использована при наличии суточного регулирования. С помощью анализирующей кривой определяется максимальная мощность ГЭС $N_{p.g.}$. Значение этой мощности получается при размещении всей выработки $\mathcal{E}_{об}$ в самой верхней части графика нагрузки (рис. 2.1). По этой мощности и максимальной величине нагрузки энергосистемы N_{max} определяется необходимая суммарная рабочая мощность других электростанций энергосистемы (ТЭС, ДЭС, АЭС и др.) параллельно работающих с ГЭС.

2.3. Определение объема водохранилища для проведения суточного регулирования стока

Для работы ГЭС в верхней (пиковой) части графика нагрузки проводится расчет по определению необходимого объёма водохранилища для суточного регулирования стока. Этот расчёт производится путём построения интегральной кривой

расходов, используемых турбинами ГЭС в течение суток (рис. 2.1). Для обеспеченной среднесуточной мощности ГЭС $N_{об}$, положенной в основу расчёта, определяются расчётные H_n и среднесуточный расход ГЭС при этой мощности $Q_{об}$. Расчётный напор принимается по средней его величине за декабрь, поскольку расчет основывается на задаче покрытия зимнего (декабрьского) графика нагрузки. Среднесуточный расход $Q_{об}$ ($m^3/сек$) через турбины определяется выражением [1]

$$Q_{об} = \frac{N_{об}}{A_{га} H_n}, \quad (2.2)$$

При выполнении практических занятий напор ГЭС H_n в течение суток при любых изменениях мощности условно принимается постоянным. Мощность ГЭС при работе её в пиковой части графика нагрузки энергосистема в течение суток все время изменяется, и следовательно, изменяется и расход через турбины. Зарегулированный в течение суток расход ($Q_{об} = const$) используется неравномерно в соответствии с мощностями ГЭС по графику её работы в суточном графике нагрузки энергосистемы. При этом суммарный объём используемого суточного стока при полном его использовании не изменяется. По мощностям ГЭС, с которыми она работает и которые для каждого часа определяются графиком её работы в энергосистеме, могут быть определены расходы ($m^3/сек$) через турбины по формуле

$$Q = \frac{N}{A_{га} H_n}, \quad (2.3)$$

По найденным величинам расходов строится гидрограф суточных турбинных расходов (рис. 2.1). По полученному графику турбинных расходов строится интегральный график суточного турбинного стока. Это построение производится в прямоугольной системе координат с использованием лучевого масштаба расходов.

На основании указанного построения определяется объём водохранилища $W_{сут}$, необходимый для неравномерного использования суточного стока и его перераспределения в течение суток путём проведения двух линий, параллельных линиям среднего расхода ГЭС $Q_{cp} = Q_{об}$ (рис. 2.1). Эти линии проводятся касательно к наиболее удалённым от среднего луча точкам интегральной кривой.

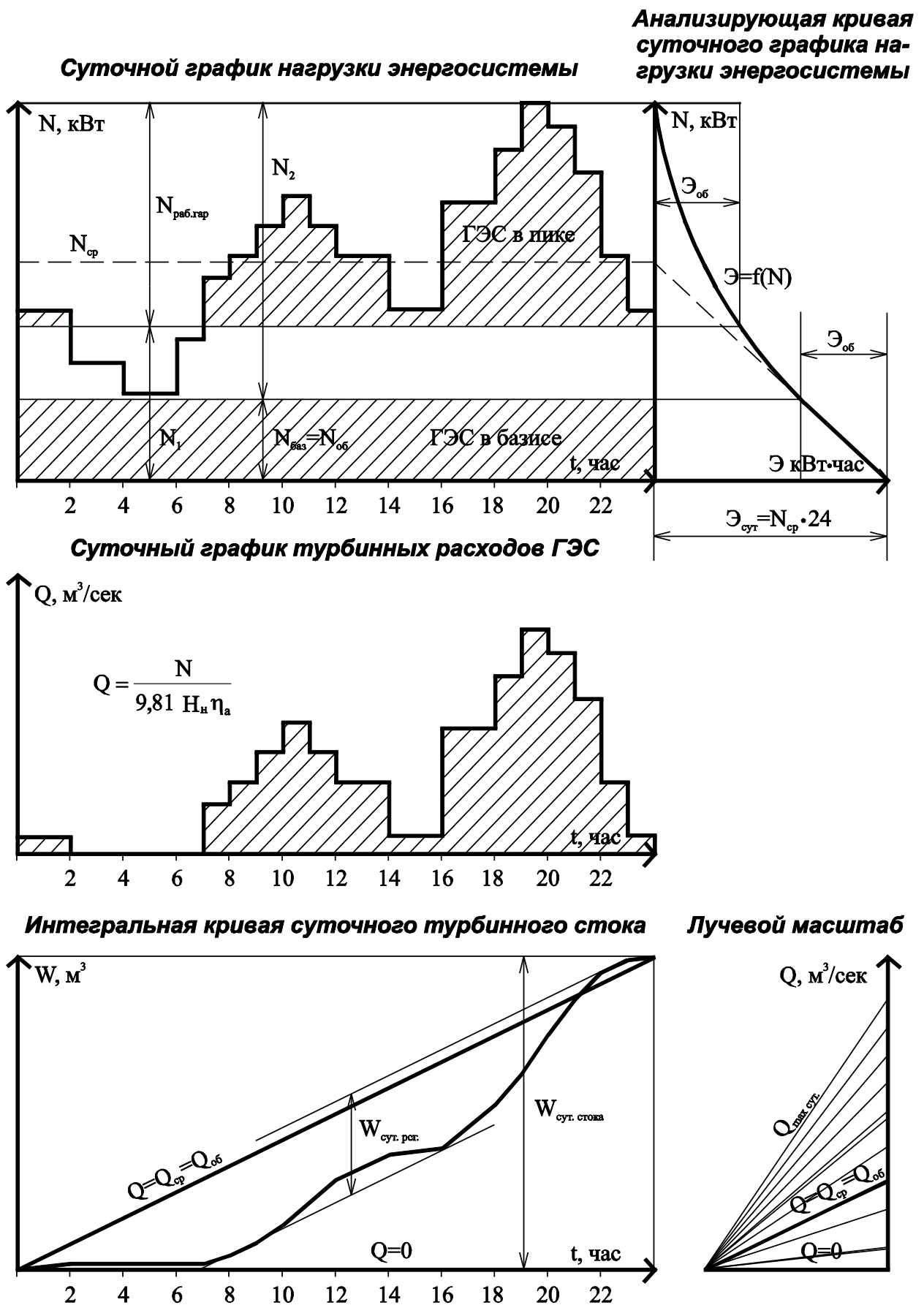


Рис. 2.1. Суточное регулирование стока.

Расстояние между этими касательными по вертикали, в масштабе графика, определяет объём, необходимый для суточного регулирования стока $W_{\text{сут.рег.}}$. Объём

суточного регулирования $W_{\text{сут.рег.}}$ сравнивается с объёмами сработанных частей полезного объёма водохранилища в разрезе года и на интегральной кривой стока за расчётный период (один год) обозначаются периоды времени неограниченного суточного регулирования.

Объём суточного регулирования $W_{\text{сут.рег.}}$ надлежит сравнить с объёмом всего суточного стока и определить коэффициент суточной ёмкости водохранилища $\beta_{\text{сут.}}$, представляющий собой отношение объёма суточного регулирования $W_{\text{сут.рег.}}$ к объёму всего суточного стока $W_{\text{сут.стока}}$.

Найденный ранее по формуле (2.2) среднесуточный расход через турбины $Q_{\text{об}}$ сравнивается с максимальным суточным расходом $Q_{\text{max сут.}}$ и определяется коэффициент зарегулирования суточного стока $\alpha = Q_{\text{об}}/Q_{\text{max сут.}}$.

2.4. Определение установленной мощности ГЭС

Установленная мощность на ГЭС $N_{\text{уст}}$ (кВт) складывается из трёх частей [1, 3]

$$N_{\text{уст}} = N_{\text{р.г.}} + N_{\text{д}} + N_{\text{р}}, \quad (2.4)$$

где $N_{\text{р.г.}}$ – рабочая гарантированная (обеспеченная водой) мощность, кВт; $N_{\text{д}}$ – дублирующая (дополнительная) мощность, не всегда обеспеченная водой, включается в работу в паводковые периоды года и призвана уменьшать холостые сбросы стока через водосбросные сооружения, кВт; $N_{\text{р}}$ – резервная мощность (аварийная, ремонтная, нагрузочный резерв, частотный резерв и т.д.), кВт.

Определение $N_{\text{д}}$ требует специальных энергоэкономических расчетов. Необходимость в дублирующей мощности ГЭС может быть ориентировочно определена из выражения [1, 3]

$$N_{\text{д}} = N_{10-30\%} - N_{\text{р.г.}}, \quad (2.5)$$

где $N_{10-30\%}$ – среднесуточная мощность ГЭС, обеспеченная за расчетный период на 10–30%, кВт; если $N_{\text{д}} < 0$, то полагаем, что в ней нет необходимости, т.е. $N_{\text{д}} = 0$.

Определение $N_{\text{р}}$ производится с учетом работы других электростанций энергосистемы и также требует энергоэкономических расчетов. При выполнении практических занятий $N_{\text{р}}$ ориентировочно можно назначать следующим образом [1, 3]:

- при $N_{\text{д}} = 0$, $N_{\text{р}} = 0,1 \cdot N_{\text{р.г.}}$;
- при $N_{\text{д}} > 0$, $N_{\text{р}} = 0$.

В последнем случае предполагается, что функции резерва будет выполнять дублирующая мощность.

3. Водноэнергетические параметры ГЭС

Водноэнергетические параметры определяются на основании выполненных расчетов и включают в себя параметры бытового стока и водохранилища, параметры зарегулированного стока, мощности и электроэнергии, вырабатываемых гидроэлектростанцией.

Параметры бытового стока и водохранилища:

- величина годового стока W_o (м^3);
- полезный объём водохранилища $W_{\text{п}}$ (м^3);
- максимальный среднемесячный расход в реке $Q_{e \text{ max}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$);
- минимальный среднемесячный расход в реке $Q_{e \text{ min}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$);
- среднегодовой расход Q_o ($\text{м}^3/\text{с}$);
- объём водохранилища, необходимый для суточного регулирования $W_{\text{сут рег}}$ (м^3);
- используемый суточный сток принятой обеспеченности $W_{\text{сут стока}}$ (м^3);
- коэффициент ёмкости водохранилища $\beta = W_{\text{п}} / W_o$;
- коэффициент суточной емкости $\beta_{\text{се}} = W_{\text{сут рег}} / W_{\text{сут стока}}$.

Параметры зарегулированного стока:

- максимальный суточный расход Q_{max} ($\text{м}^3/\text{с}$);
- минимальный суточный расход Q_{min} ($\text{м}^3/\text{с}$);
- максимальный расход через турбины ГЭС в разрезе года $Q_{\text{max ГЭС}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$);
- объём холостого сброса $W_{\text{сброса}}$ (м^3);
- объём используемого стока $W_{\text{исп}}$ (м^3);
- коэффициент использования стока $K' = W_{\text{исп}} / W_o$;
- максимальный напор на ГЭС H_{max} (м);
- минимальный напор на ГЭС H_{min} (м);
- отметка максимального уровня верхнего бьефа $Z_{\text{ВБ max}}$ (м);
- отметка минимального уровня верхнего бьефа $Z_{\text{ВБ min}}$ (м);
- отметка максимального уровня нижнего бьефа $Z_{\text{НБ max}}$ (м);
- отметка минимального уровня нижнего бьефа $Z_{\text{НБ min}}$ (м).

Мощности и электроэнергия, вырабатываемые гидроэлектростанцией:

- рабочая гарантированная мощность ГЭС при её работе в пике графика нагрузки энергосистемы $N_{\text{раб.гар.}}$ (кВт);
- рабочие мощности других станции энергосистемы при $N_{\text{ГЭС}} = N_{\text{раб.гар.}} N_1$ (кВт);
- рабочая мощность ГЭС при её работе в базисе графика нагрузки энергосистемы $N_{\text{баз}}$ (кВт);
- рабочие мощности других станций энергосистемы при $N_{\text{ГЭС}} = N_{\text{баз}} N_2$ (кВт);
- дублирующая мощность ГЭС $N_{\text{д}}$ (кВт);
- установленная мощность ГЭС $N_{\text{уст}}$ (кВт);
- резервная мощность ГЭС $N_{\text{р}}$ (кВт);
- минимальная мощность ГЭС по водотоку в разрезе года N_{min} (кВт);
- максимальная мощность ГЭС по водотоку в разрезе года N_{max} (кВт);
- годовая (сезонная) выработка энергии ГЭС $\mathcal{E}_{\text{год}}$ (кВт·час).

4. Определение основных параметров и характеристик турбины

Для определения основных параметров реактивной турбины необходимо иметь следующие данные:

- номинальная мощность одной турбины N_0 , кВт;
- расчетный напор H_p , м.

Выбор типа турбины производится по номенклатурным графикам. Для подбора типа и серии турбин в номенклатуре построены сводные графики областей их применения. На этих графиках в логарифмических координатах напора и мощности очерчены области применения каждой из включенных в номенклатуру серии турбин (рис. 4.1). Каждой области соответствует свой тип и серия турбины. Указанные графики приведены в литературе [8].

На номенклатурный график наносится точка с координатами (H_p , N_0) (рис. 4.1). Нанесенная точка попадает в очерченную область применения турбины, в которой приведены тип и серия турбины (рис. 4.1). Тип и серия турбины приведены в сокращенном виде. Сокращения означают следующее:

РО – радиально-осевая турбина;

ПЛ – поворотно-лопастная турбина;

Д – диагональная турбина;

В – турбина с вертикальным валом;

Г – турбина с горизонтальным валом;

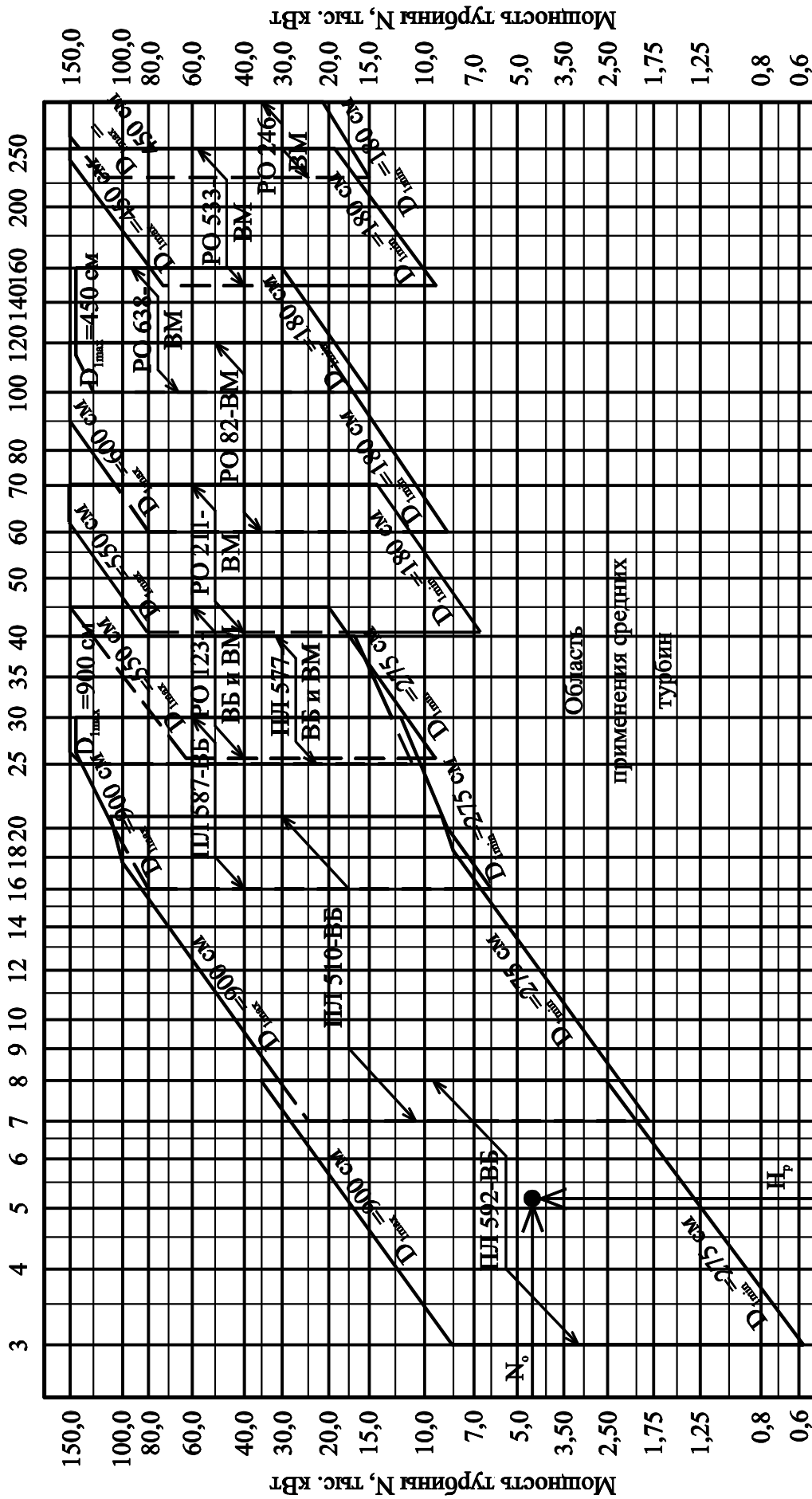
Б – бетонная турбинная камера;

М – металлическая турбинная камера.

К параметрам турбины относят:

- число оборотов турбины n_t , рад/сек;
- входной диаметр турбины D_1 , м.

Напор Н, м



Напор Н, м

Рис. 4.1. Сводный график областей применения крупных реактивных турбин.

Параметры турбин определяются по частным графикам областей применения турбин, которые приведены в [8]. В качестве примера на рис. 4.2 приведен частный график области применения турбины РО638 [8].

Для того чтобы определить число оборотов турбины n_T , и ее диаметр D_1 нужно на частный график области применения турбины с ранее определенным типом и серией нанести точку с координатами (H_p, N_0) . Точка попадает в параллелограмм, в котором приведено число оборотов. Диаметр турбины D_1 приведен в зоне находящейся с правой стороны частного графика области применения турбины. При определении диаметра натурной турбины необходимо передвигаться от точки с координатами (H_p, N_0) в зону с приведенными диаметрами по линии параллельной нижней стороне параллелограмма.

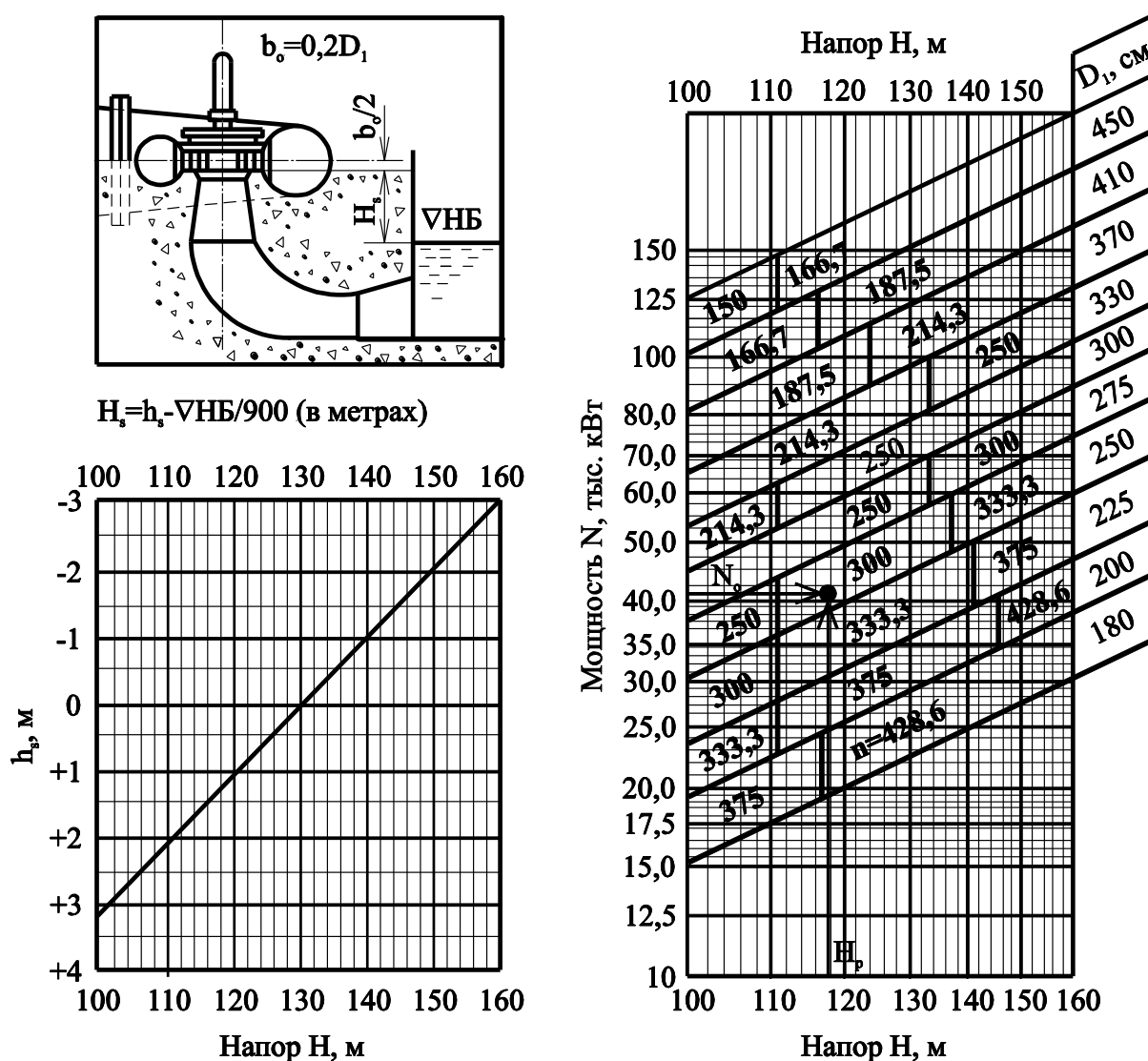


Рис. 4.2. Частный график области применения крупной турбины РО638-ВМ. После определения параметров турбины производится построение ее рабочей характеристики.

Рабочая характеристика турбины $\eta_T = f(N)$ строится при постоянном числе оборотов натурной турбины n_T и расчетном напоре H_p . Данные необходимые для постро-

ения рабочей характеристики снимаются с главной универсальной характеристики модельной или приведенной турбины. В качестве примера на рис. 4.3 приведена главная универсальная характеристика турбины РО638 [8].

Рассмотрим порядок получения данных с использованием главной универсальной характеристики приведенной турбины. Число оборотов приведенной турбины n'_1 соответствующее числу оборотов n_T натурной турбины определяется по формуле [1, 5]

$$n'_1 = \frac{n_T D_1}{\sqrt{H_p}}. \quad (4.1)$$

С главной универсальной характеристики приведенной турбины (рис. 4.3, 4.4) при числе оборотов n'_1 снимаются значения коэффициентов полезного действия моделей η_T , соответствующие им значения расхода приведенной турбины Q'_1 и числа кавитации σ . Снятые данные заносятся в таблицу 4.1 (столбцы 1-3).

Далее производится перерасчет характеристик с модельной и приведенной турбины на натурную. Расход натурной турбины Q_T ($\text{м}^3/\text{с}$) определяется по формуле [1, 5]

$$Q_T = Q'_1 D_1^2 \sqrt{H_p}. \quad (4.2)$$

Коэффициент полезного действия натурной турбины η_T определяется по формуле [8]

$$(1 - \eta_T) = (1 - \eta_M) \sqrt[5]{\frac{D_{1M}}{D_1}} \sqrt[20]{\frac{H_M}{H_p}}, \quad (4.3)$$

где H_M – напор на модельной турбине при ее испытаниях, м; D_{1M} – входной диаметр модельной турбины, м.

Таблица 4.1. Характеристики приведенной, модельной и натурной турбин.

Расход приведенной турбины Q'_1 , $\text{м}^3/\text{сек}$	Коэффициент полезного действия модельной турбины η_M ,	Коэффициент кавитации σ	Расход натурной турбины Q_T , $\text{м}^3/\text{сек}$	Коэффициент полезного действия натурной турбины η_T	Мощность натурной турбины N_T , кВт
1	2	3	4	5	6

Испытано при $H=3,85$ м

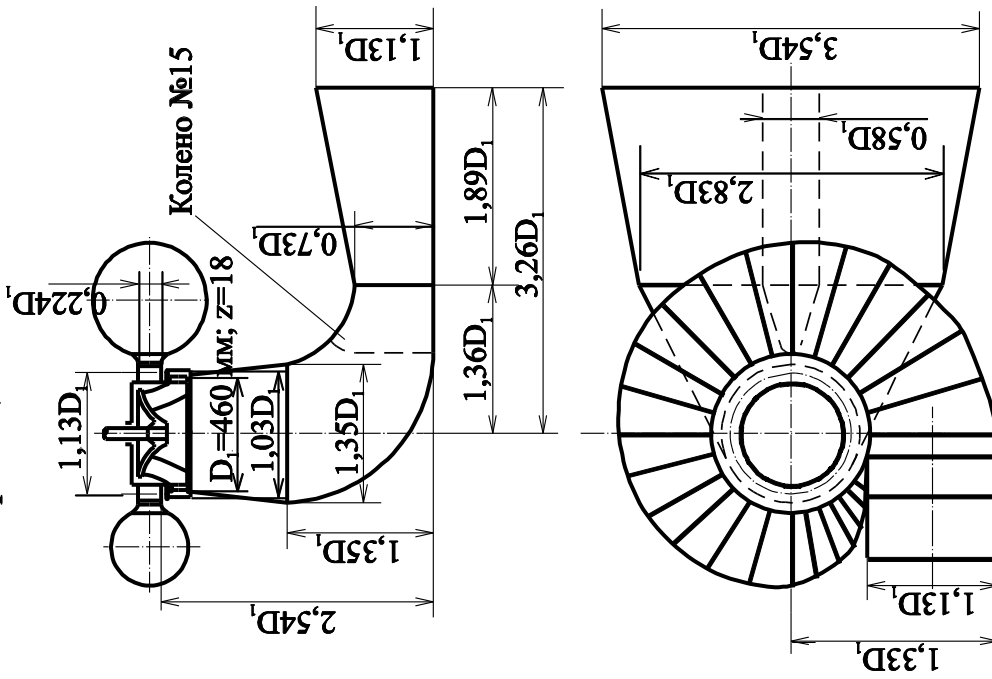


Рис. 4.4. Проточная часть модели турбины РО638 при получении главной универсальной характеристики.

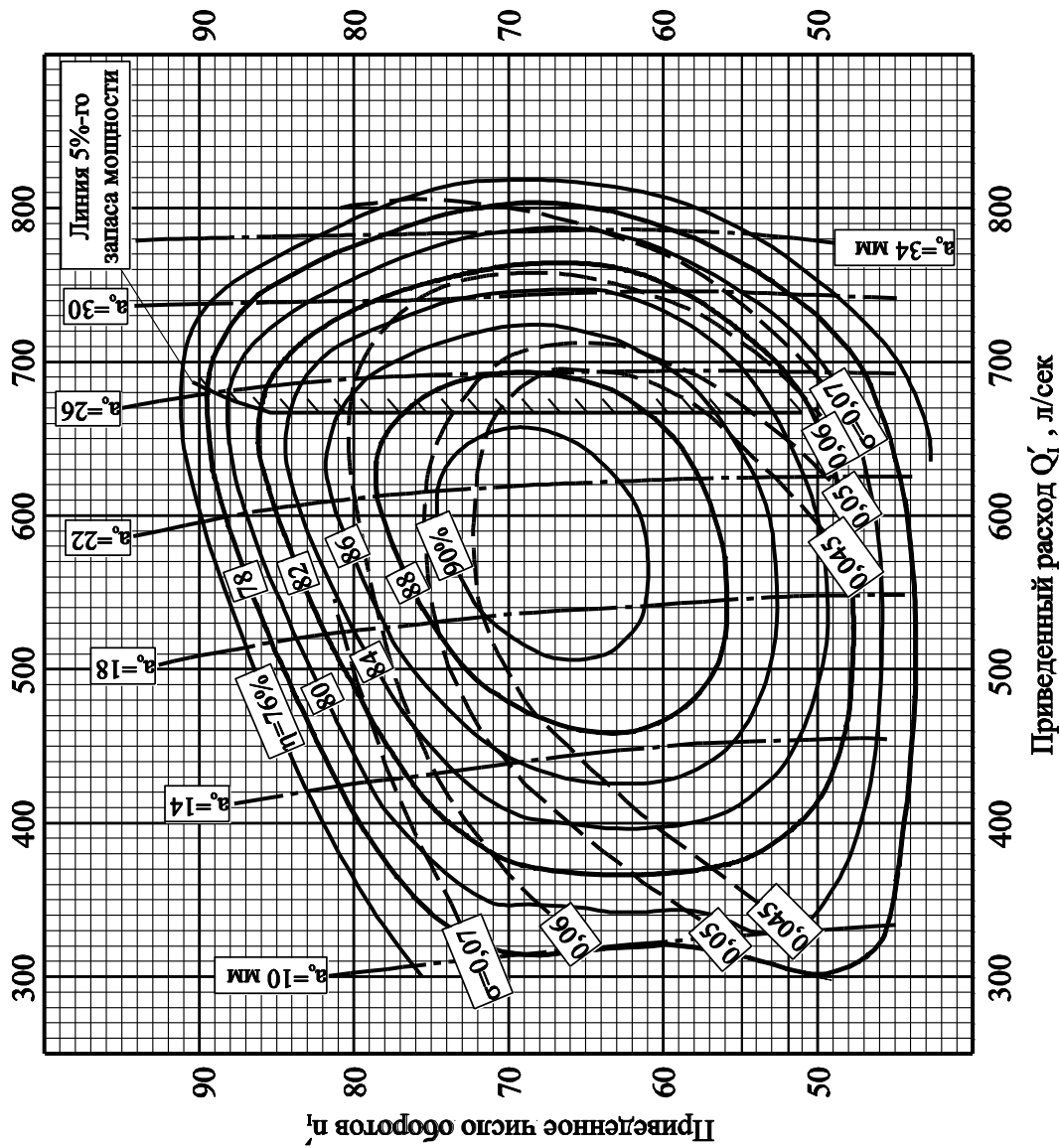


Рис. 4.3. Главная универсальная характеристика №1963 турбины с рабочим колесом РО638 ЛМЗ.

Напор на модельной турбине H_m во время ее испытаний и входной диаметр модельной турбины D_{1m} приводятся на главной универсальной характеристике (рис. 4.3).

Мощность натурной турбины N_T определяется по формуле [1, 5]

$$N_T = 9,81 \eta_T Q'_1 D_1^2 H_p \sqrt{H_p} \cdot \quad (4.4)$$

Рабочая характеристика турбины $\eta_T = f(N_T)$ (рис. 4.5) строится по данным, приведенным в столбцах 5 и 6 таблицы 4.1. Следует отметить, что для радиально-осевых турбин рабочая характеристика строится только до линии ограничения мощности.

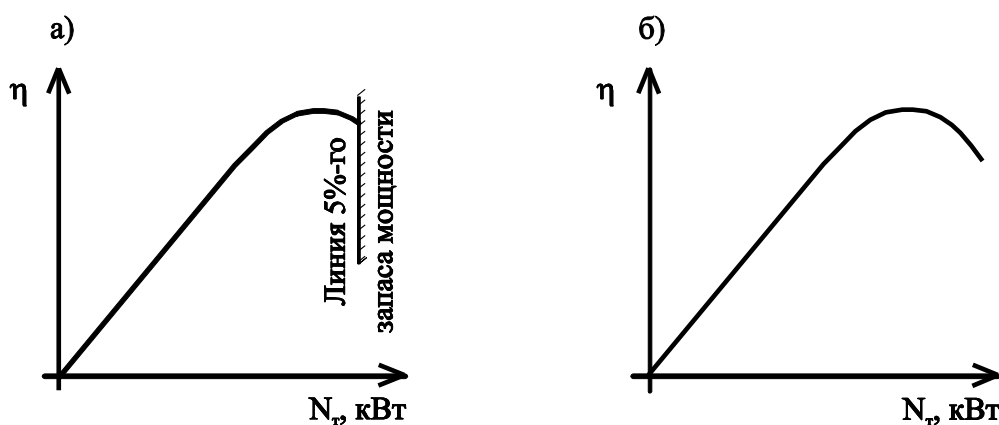


Рис. 4.5. Рабочая характеристика турбины:
а) – радиально-осевой; б) – поворотно-осевой.

5. Определение основных размеров и параметров гидрогенераторов

Основными размерами гидрогенератора (рис. 5.1) являются: наружный диаметр сердечника статора (активной стали) D_a (м); диаметр ротора D_i (м); диаметр расточки статора D (м); высота активной стали l_a (м); число полюсов $2p$ (шт).

Определение основных размеров возможно, если известны следующие данные:

- мощность на валу турбины N_o (кВт);
- расчетные значения коэффициента мощности генератора $\cos\varphi$;
- нормальная частота вращения генератора n_T (об/мин);
- способ охлаждения генератора.

Крупные гидрогенераторы (мощностью более 20 тыс. кВт)- это машины индивидуального изготовления. Поэтому при проектировании ГЭС на начальном этапе определяют основные габаритные размеры генераторов, пользуясь зависимостями, полученными из обобщенного опыта различных заводов и фирм. Затем в процессе дальнейших разработок специализированные заводы и организации производят точные расчеты узлов и деталей гидрогенераторов: электромагнитные, прочностные, вентиляционные, тепловые.

Между статором и ротором имеется воздушный зазор, равный 15-25 мм и практически не зависящий от размеров и мощности гидрогенератора. Таким образом,

диаметр ротора D_i фактически меньше диаметра расточки статора D всего лишь на 30-50 мм, поэтому принимают $D \approx D_i$.

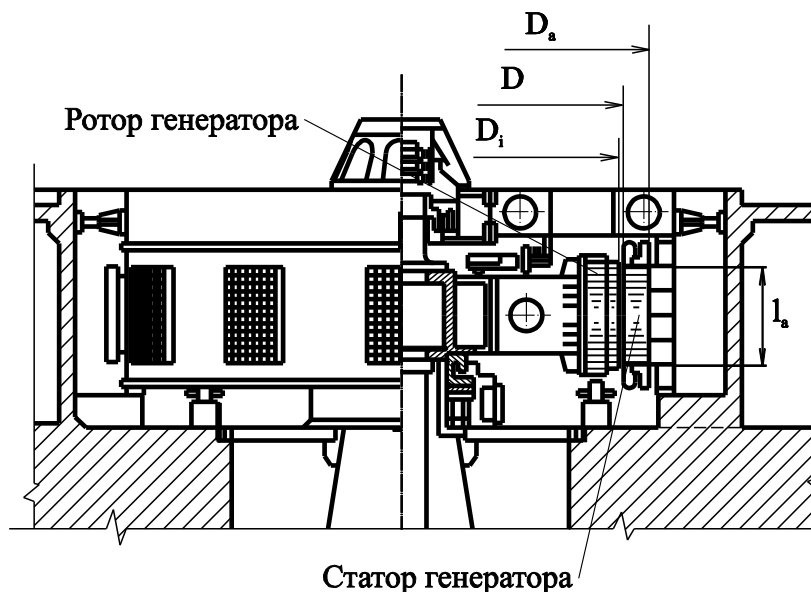


Рис. 5.1. Основные размеры вертикального генератора.

Активная мощность генератора $N_{ген}$ (кВт) определяется по формуле [4]

$$N_{ген} = \eta_r N_o, \quad (5.1)$$

где N_o – мощность на валу турбины, кВт; η_r – коэффициент полезного действия генератора.

Номинальная кажущаяся мощность генератора S_n (мВ·А) определяется по формуле [4]

$$S_n = \frac{N_{ген}}{\cos\varphi}. \quad (5.2)$$

Расчетная мощность S_p (кВт) определяется по формуле [4]

$$S_p = k S_n, \quad (5.3)$$

где k – коэффициент, зависящий от $\cos\varphi$ и принимаемый по таблице 5.1.

Таблица 5.1. Зависимость $k = f(\cos\varphi)$ [4].

$\cos\varphi$	0,8	0,85	0,9	0,95	1
k	1,08	1,07	1,06	1,045	1

Число полюсов генератора p определяется по формуле [4]

$$2p = \frac{2 f 60}{n_r}, \quad (5.4)$$

где f – частота в энергосистеме, Гц.

Удельная нагрузка или кажущаяся мощность, приходящаяся на один полюс S^* (кВт) определяется по формуле [4]

$$S^* = \frac{S_n}{2p}. \quad (5.5)$$

Полюсное деление τ^* определяется по формуле [4]

$$\tau^* = A(S^*)^\alpha, \quad (5.5)$$

где A и α – эмпирические коэффициенты зависящие от способа охлаждения генератора и принимаемые по таблице 5.2.

Таблица 5.2. Значения эмпирических коэффициентов A и α [4].

Коэффициенты	Способ охлаждения		
	косвенное воздушное	непосредственное водяное обмоток статора и непосредственное воздушное обмоток ротора	непосредственное водяное обмоток ротора и статора
A	0,529	0,451	0,432
α	0,246	0,239	0,239

Диаметр ротора D_i (м) определяется по формуле [4]

$$D_i = \frac{\tau^* 2p}{\pi}, \quad (5.6)$$

Одна из проверок приемлемости диаметра ротора D_i относится к определению его минимального значения, так как он не должен быть меньше диаметра подгенераторной шахты $D_{ш}$ плюс некоторый запас для проведения монтажных работ. Диаметр подгенераторной шахты $D_{ш}$ может быть принят равным 1, 5 диаметра рабочего колеса турбины D_1 .

При наличии нижней крестовины по условиям ее проноса и закрепления необходимо чтобы удовлетворялось условие [4]

$$D_i \geq D_{ш} + 0,6 \text{ м.} \quad (5.7)$$

Для зонтичного генератора с опорой подпятника на крышку турбины должно выполняться условие [4]

$$D_i \geq D_{ш} + 0,2 \text{ м.} \quad (5.8)$$

Если предусматривается сборка ротора в кратере генератора, то принимают [4]

$$D_i \geq D_{ш} + 2 \text{ м.} \quad (5.9)$$

Так называемый «условный объем машины» W_s , имеется в виду генератора, определяется по формуле [4]

$$W_s = \frac{30 C_A S_p}{\pi n_r}, \quad (5.10)$$

где C_A – коэффициент машины, зависящий от удельной нагрузки на полюс S^* и способа охлаждения.

Коэффициент машины C_A определяется по формуле [4]

$$C_A = \frac{R_r}{S^{*y}}, \quad (5.11)$$

где R_r и y – эмпирические коэффициенты зависят от способа охлаждения генератора и принимаются по таблице 5.3.

Таблица 5.3. Значения эмпирических коэффициентов R_r и y [4].

Коэффициенты	Способ охлаждения		
	косвенное воздушное	непосредственное водяное обмоток статора и непосредственное воздушное обмоток ротора	непосредственное водяное обмоток ротора и статора
R_r	18,8	8,9	8,6
y	0,18	0,105	0,105

Высота активной стали генератора l_a (м) определяется по формуле [4]

$$l_a = \frac{W_s}{D_i^2} = \frac{30 C_A S_p}{\pi n_r D_i^2}, \quad (5.12)$$

По условиям железнодорожной перевозки на обычных платформах сегментах статора с обмоткой вводится ограничение $l_a \leq 2,5$ м, а на специальных транспортерах с пониженным полом $l_a \leq 2,7$ м.

При больших высотах активной стали, обмотка статора укладывается непосредственно в здании ГЭС при монтаже. Наиболее часто высота активной стали l_a принимается в соответствии с рядом 40, 80, 100, 110, 130, 140, 150, 175, 190, 210, 230, 250, 275 см.

Высота активной стали превышает полюсное деление обычно в 1,5-4 раза, то есть должно выполняться условие

$$l_a/\tau^* = 1,5 \div 4. \quad (5.13)$$

После определения D_i и l_a уточняется конструктивное исполнение генератора: при $D_i/l_a < 4$ рекомендуется принимать подвесное, а при $D_i/l_a > 5$ – зонтичное исполнение. При $D_i/l_a = 4/5$ и $n_r < 150$ об/мин принимается зонтичный генератор, а при $n_r > 150$ об/мин – подвесной.

Внешний диаметр вала вертикального генератора d_b (см) приближенно может быть определен по формуле [4]

$$d_b = (12 \div 14) \sqrt[3]{\frac{N_{ген}}{n_r}}. \quad (5.14)$$

Наружный диаметр вала от 60 до 100 см принимается кратным 5 см, а свыше 100 см – кратным 10 см с округление в большую сторону.

6. Расчет турбинных камер

Подвод воды к турбинам осуществляется при помощи турбинных камер. Турбинные камеры русловых ГЭС обычно выполняются в виде железобетонных спиральных камер, которые, как правило, имеют тавровые сечения. Турбинные камеры приплотинных и деривационных ГЭС обычно выполняются в виде металлических спиральных камер, которые, как правило, имеют круглое сечение.

Расчет турбинных камер производится с использованием следующих исходных данных:

- максимальный расход идущий на турбину Q_o ($\text{м}^3/\text{с}$);
- углу охвата турбинной камеры ϕ_{max}^o (град);
- радиуса расположения входных кромок опорных колонн или ребер статора турбины ra (м).

Расчет турбинных камер может производиться по следующим методикам:

- графо-аналитический по закону постоянства площадей $rV_k = \text{const}$, где V_k – окружная скорость, направленная перпендикулярно к радиусу; r – радиус, измеряемый отрезком от оси турбины до центра тяжести рассматриваемого сечения;
- графо-аналитический по закону $V_c = \text{const}$, где V_c – средняя окружная скорость, постоянная во всех сечениях камеры;
- по убывающим скоростям, причем значения скоростей убывают от входного сечения до сечения, проходящего через зуб спирали.

В дальнейшем будем рассматривать методику расчета турбинных камер, в которой принимается $V_c = \text{const}$.

6.1. Расчет спиральных камер таврового сечения

При расчете спиральных камер таврового сечения по закону $V_c = \text{const}$ предполагается, что средняя окружная скорость V_c во всех точках спиральной камеры остается постоянной.

Площадь входного сечения спирали $F_{\text{вх}}$ (м^2) определяют по допустимым входным скоростям $V_{\text{вх}}$ ($\text{м}/\text{с}$) и принятому углу охвата спирали ϕ_{max}^o (град), максимальные значения которых приводятся в литературе [3, 5, 6]. Определение площади входного сечения производится по формуле [1]

$$F_{\text{вх}} = \frac{Q_o \phi_{\text{max}}^o}{360 V_{\text{вх}}} \quad (6.1)$$

Производится графическое построение формы входного поперечного сечения. После этого производится построение форм сечений в промежуточных секциях спирали с радиусами спирали R_i (м), (рис. 6.1) и определение площадей поперечного сечения F_i в указанных сечениях спирали. На основании результатов произведенных графо - аналитических вычислений строится график $F = f_2(R)$, причем по оси абсцисс откладывается значение R_i , а по оси ординат – значения F_i . На продолжении оси абсцисс откладывают координатные углы сечений спирали,

причем так, что максимальной ординате $F_{\text{вх}}$ соответствует на оси абсцисс полный угол охвата $\varphi^{\circ}_{\text{max}}$. Поскольку средние скорости V_c в любом сечении спирали постоянны, то зависимость $\varphi^{\circ} = f_1(F)$ будет выражаться прямой линией, идущей от точки ($\varphi^{\circ} = 0; F = 0$) до точки ($\varphi^{\circ}_{\text{max}}; F_{\text{вх}}$). Задаваясь различными значениями угла φ° (обычно через $15 \div 30^{\circ}$) и пользуясь прямой $\varphi^{\circ} = f_1(F)$ и кривой $F = f_2(R)$ (рис. 6.1), можно определить радиусы спирали и ее очертания в любом сечении. Результаты расчета сводятся в таблицу 6.1. Характеристики сечений спиральной камеры приведены на рис. 6.1.

Таблица 6.1. Результаты расчета спиральной камеры таврового сечения.

φ°	0	φ°_1	φ°_2	...	$\varphi^{\circ}_{\text{max}}$
R, м					
F, м ²					
a, м					
a ₁ , м					
c ₁ , м					
a ₂ , м					
c ₂ , м					
B, м					
b _o , м					
m, м					
n, м					

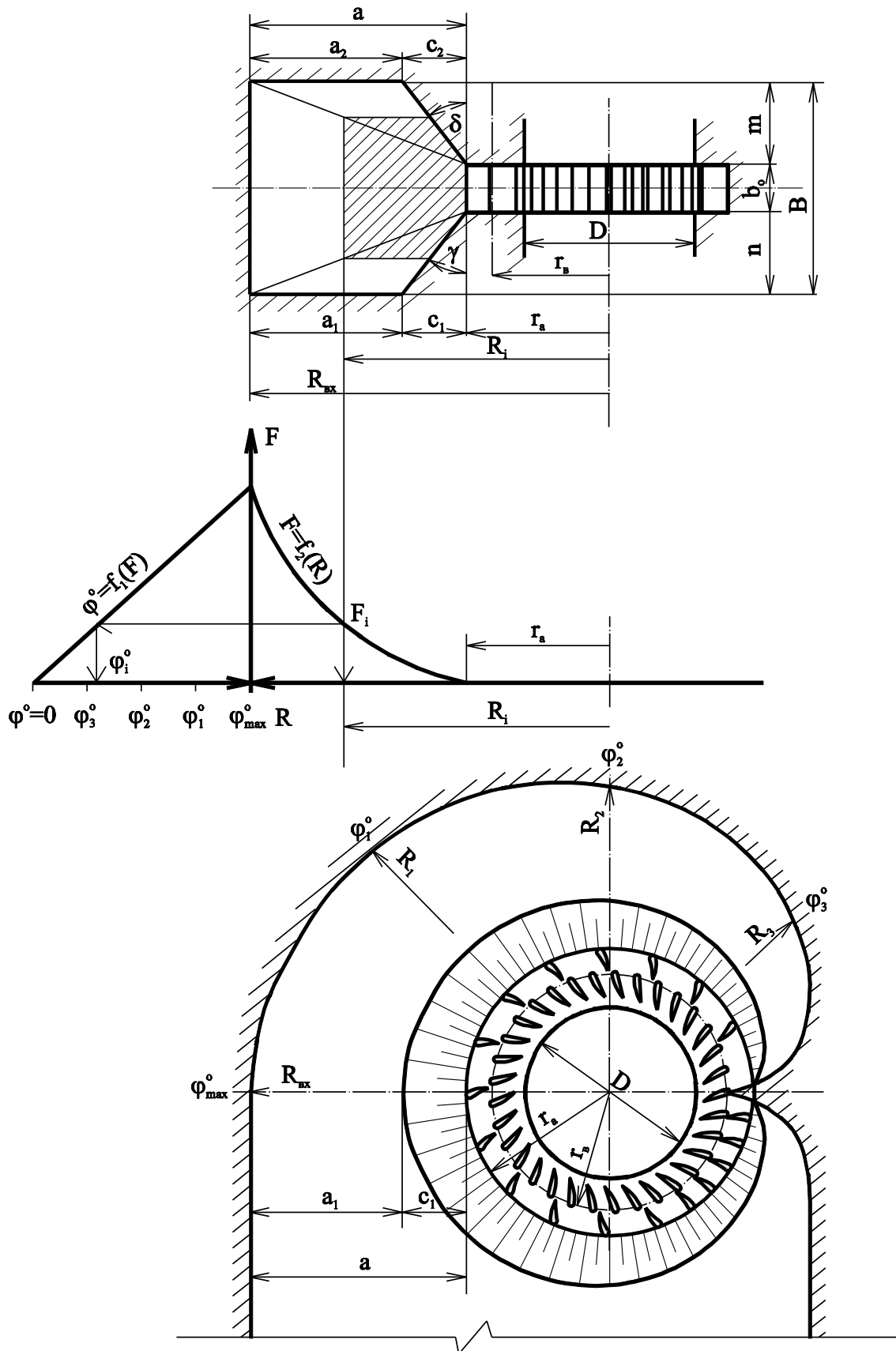


Рис. 6.1. К графо-аналитическому расчету спиральных камер таврового сечения [8].

6.2. Расчет спиральных камер круглого сечения

Порядок аналитического расчета металлических спиральных камер круглого сечения по закону $V_c = \text{const}$ следующий. Выбирают значения $\varphi^{\circ}_{\text{max}}$ согласно рекомендациям литературы [2, 3]. Задаются значениями угла от $\varphi^{\circ} = 0$ до $\varphi^{\circ}_{\text{max}}$ (через $15 \div 30^{\circ}$). Производят определение расхода Q в соответствующих этим углам сечениях спиральной камеры по формуле [1]

$$Q = Q_0 \frac{\varphi^{\circ}}{360^{\circ}}. \quad (6.2)$$

Радиус круглого сечения спиральной камеры ρ (м) при $V_c = \text{const}$ в сечениях определяется с использованием допустимой входной скорости $V_{\text{вх}}$ (м/с) по формуле

$$\rho = \sqrt{\frac{Q}{\pi V_{\text{вх}}}}. \quad (6.3)$$

Далее производится определение радиуса спирали R в сечениях с соответствующими координатами φ° по формуле

$$R = r_a + 2\rho. \quad (6.4)$$

и определяется очертание спирали в плане (см. рис. 7.2). Значения r_a (радиуса расположения входных кромок опорных колонн или ребер статора) приводятся в литературе [5]. Расчет рекомендуется производить в табличной форме (см. таблицу 6.2 и рис. 6.2). Сечения металлических спиральных камер выполняются круглыми на большей части длины спирали, однако, ближайшим к зубу сечениям спирали конструктивно придают форму эллипсов, площадь которых равновелика площади получающихся по расчету окружностей.

Таблица 6.2. Результаты расчета спиральной камеры круглого сечения.

Текущий угол φ° ,	$\varphi^{\circ}_{\text{max}}$	φ°_1	φ°_2	φ°_3	φ°_4	φ°_5	...	$\varphi^{\circ}=0$
Расход в текущем сечении Q , м ³ /с	$Q_{\text{вх}}$							$Q=0$
Радиус поперечного сечения спирали ρ , м	ρ_1							$\rho=0$
Радиус спирали R , м	R_1							R_B

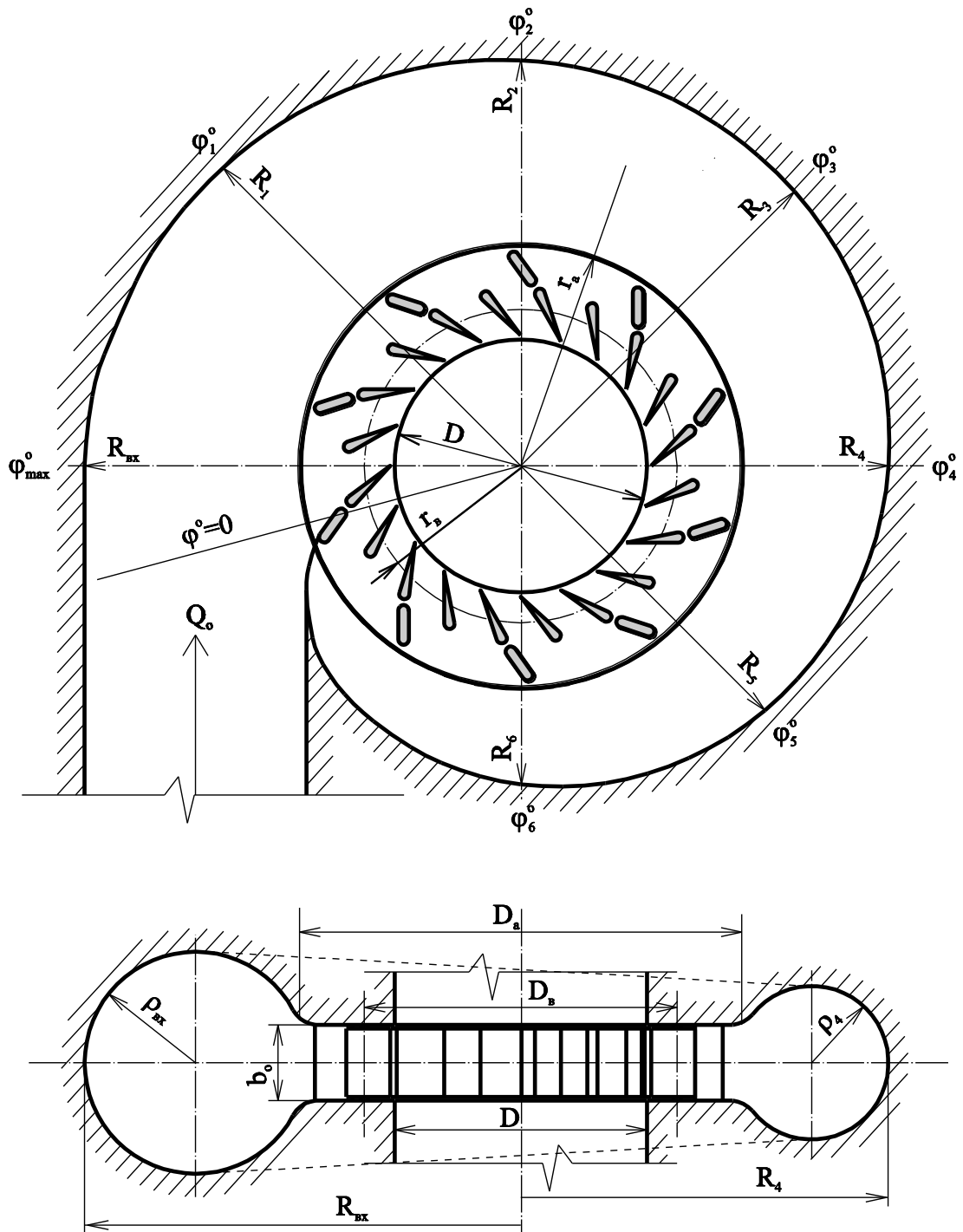
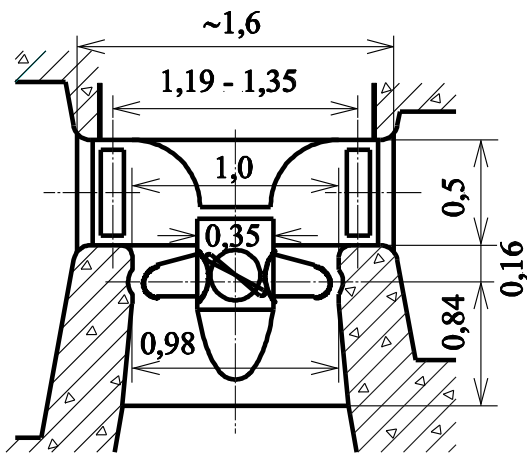
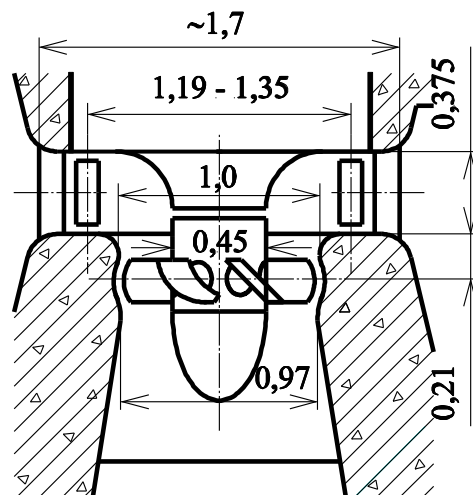


Рис. 6.2. К графо-аналитическому расчету спиральных камер круглого сечения.

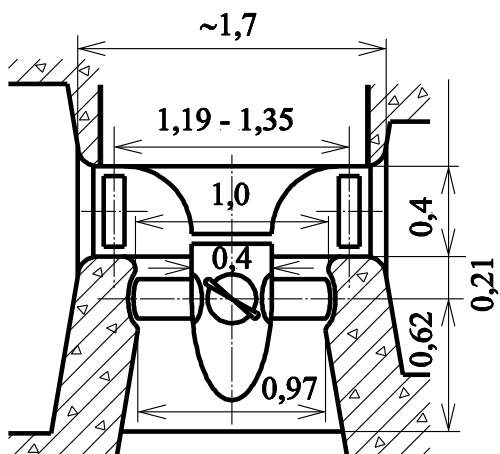
При расчете спиральных камер размер $r_a = D_a/2$ может быть принят по турбинам – аналогам. Турбины – аналоги с их размерами приведены на рис. 6.3. и 6.4. В маркировке турбин – аналогов (надпись расположенная под чертежом турбины) цифрами указан расчетный напор турбины H_p . В связи с этим за аналог принимается турбина примерно с таким же расчетным напором, что и рассматриваемая турбина. Размеры турбин – аналогов приведены в относительных единицах, причем за единицу принят диаметр рабочего колеса D_1 .



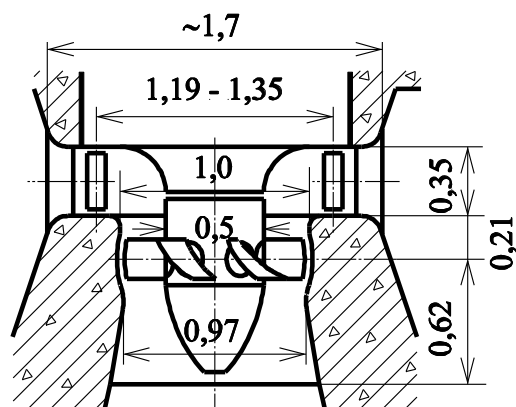
ПЛ 10



ПЛ 30 (6 лопастей)



ПЛ 20



ПЛ 40 (7 лопастей)

Рис. 6.3. Относительные размеры поворотно-лопастных турбин [5].

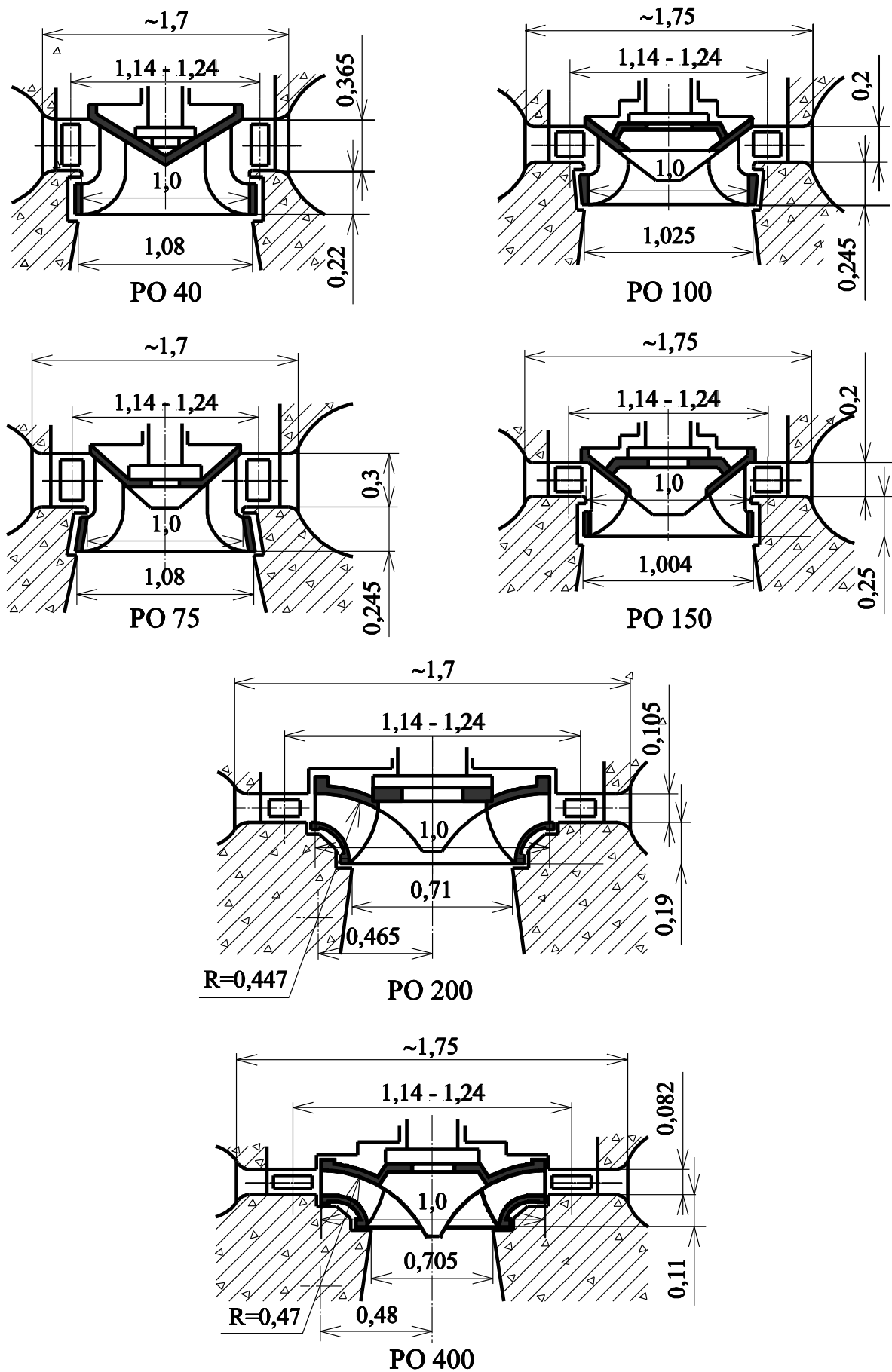


Рис. 6.4. Относительные размеры радиально-осевых турбин [5].

При расчете турбинных камер допустимые входные скорости $V_{вх}$ могут быть при-

няты по рекомендациям, приведенным в таблице 6.3.

Таблица 6.3. Средние скорости во входном сечении $V_{вх}$ в зависимости от напора H [1].

Железобетонные камеры таврового сечения									
Напор H , м	5	10	20	30	40	50	60	70	80
$V_{вх}$, м/с	2,3	3,0	3,8	4,6	5,3	5,9	6,4	7,0	7,5
Стальные и сталежелезобетонные камеры круглого сечения									
Напор H , м	40	50	100	150	200	250	300	350	400
$V_{вх}$, м/с	5,0	6,1	9,4	11,0	12,0	12,5	12,8	12,9	13,0

7. Определение размеров отсасывающей трубы

Габариты отсасывающих труб для различных типов турбин регламентируются заводами-поставщиками гидротурбинного оборудования.

7.1. Расчет изогнутых отсасывающих труб

При отсутствии регламента завода-поставщика можно применять рекомендуемые типы отсасывающих труб. В РФ наиболее широко используются отсасывающие трубы с коленом №4 с несимметричным и с симметричным расположением горизонтального диффузора в плане (см. рис. 7.1) [5].

Ориентировочные размеры таких труб, отнесенные к диаметру рабочего колеса турбины D_1 , приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Относительные габаритные размеры отсасывающих труб [5].

Тип трубы	H	D_4	L_1	L	B_5	h_4	h_5	h_6
4А	1,915	1,1	1,4	3,5	2,2	1,1	1,0	0,55
4С	2,3	1,2	1,5	4,5	2,4	1,17	1,2	0,6
4Н	2,5	1,35	1,75	4,5	2,7	1,35	1,3	0,67

Труба 4А предназначена для осевых поворотных-лопастных турбин; 4С – для осевых и радиально-осевых турбин; 4Н – для радиально-осевых турбин.

Размеры колена №4 приведены относительно диаметра D_4 . Этот диаметр для колена составляет 100 единиц, следовательно, размер L_1 в 1,09 раза больше чем D_4 (см. рис. 7.1.).

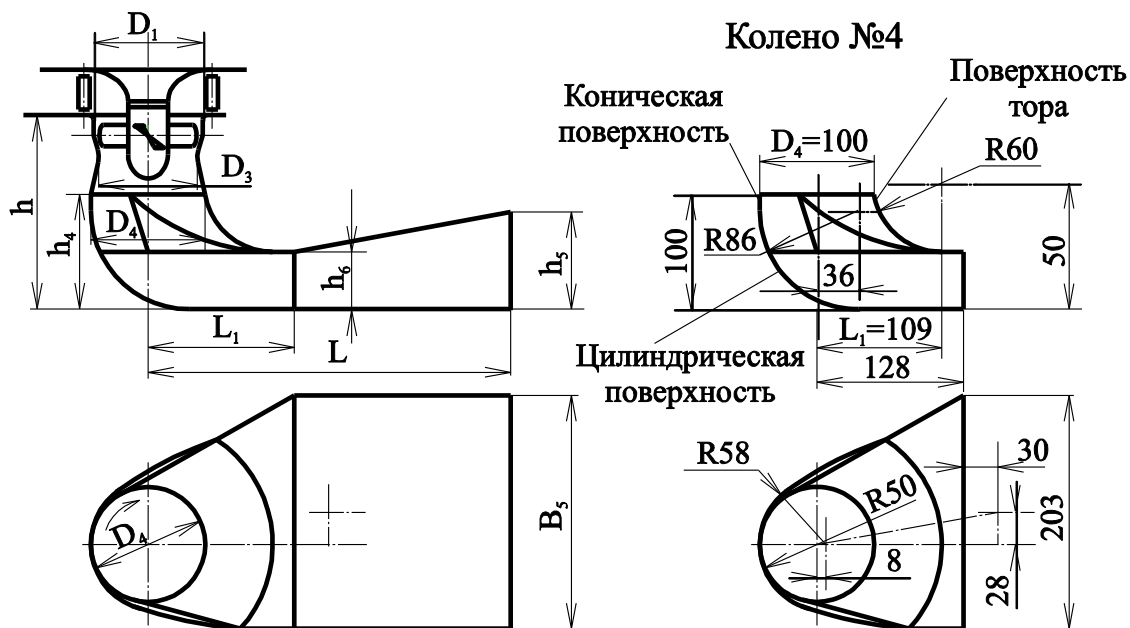


Рис. 7.1. Изогнутая отсасывающая труба с коленом №4.

7.2. Расчет прямоосных отсасывающих труб

Длину прямоосной отсасывающей трубы L (м) (см. рис. 7.2) при отсутствии регламента завода-поставщика определяют подбором по формуле [5]

$$L = D \frac{\sqrt{V_2/V_5 - 1}}{2 \operatorname{tg}(\theta/2)}, \quad (7.1)$$

где D – выходной диаметр рабочего колеса или камеры, м; V_2 – средняя скорость в сечении 2-2, м/с; V_5 – средняя скорость в сечении 5-5, м/с; θ – угол расхождения, град.

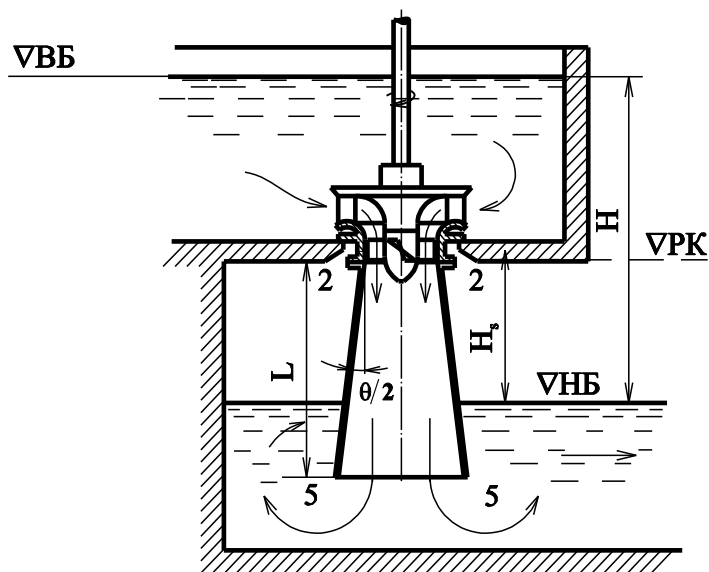


Рис. 7.2. Коническая прямоосная отсасывающая труба.

Средняя скорость V_2 (м/с) определяется по формуле [5]

$$V_2 = \frac{Q_{\max}}{\pi D^2}, \quad (7.2)$$

где Q_{\max} – расход при максимальной мощности турбины, м³/с.

При назначении угла расхождения следует пользоваться рекомендацией – $\theta \leq 12 \div 16^\circ$.

Библиографический список

1. Гидроэнергетические установки / Под редакцией Щавелева Д.С. Издание 2-е, переработанное и дополненное. Ленинград: Энергоатомиздат, 1981. 464 с.
2. Железняков Г.Е., Овчаров Е.Е. Инженерная гидрология и регулирование стока. М.: Колос, 1993. 464 с.
3. Гидроэнергетика и комплексное использование водных ресурсов СССР. Под ред. Непорожного П.С. Издание 2-е, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1982. 560 с.
4. Гидроэлектрические станции / Под редакцией Карелина В.Я., Кривченко Г.И.. Издание 3-е, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1987. 464 с.
5. Справочник по гидравлическим расчетам / Под редакцией Киселева П.Г. Издание 4-е, перераб. и доп. М.: «Энергия», 1972. 312 с.
6. Синюгин В.Ю., Магрук В.И., Радионов В.Г. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике. М.: Энас, 2008. 352 с.
7. Ерахтин Б.М., Ерахтин В.М. Строительство гидроэлектростанций в России. Учебно-справочное пособие для вузов и инженеров гидростроителей. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. 732 с.
8. Турбинное оборудование гидроэлектростанций / Под редакцией Морозова А.А. Издание 2-е перераб. и доп. М., Л.: Государственное энергетическое издательство, 1958. 519 с.

ГЛОССАРИЙ

Термины и определения понятий

Базис эрозии – высотная отметка, которая определяет нижний врезания русла реки

Базисный режим работы электростанции – Режим работы электростанции с заданной, практически постоянной, мощностью, поддерживаемой в течение установленного интервала времени

Базовый (минимальный) сток – Наименьший сток рек, наблюдающийся в межень и формирующийся за счет подземного питания. Выделяют минимумы различной обеспеченности

Бассейн суточного (недельного) регулирования– Водоем для аккумуляции объема воды, необходимого для осуществления на деривационной гидроэлектростанции суточного (недельного) регулирования

Безопасность гидротехнических сооружений – Свойство гидротехнических сооружений, обеспечивающее защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов

Береговая линия –Граница водного объекта, определяемая как среднемноголетний высший уровень вод в безледный период

Блок агрегата –Часть здания гидроэлектростанции, в которой располагается один гидроагрегат, его водоприемная и водоотводящая части и соответствующее оборудование

Бьеф – Часть водотока или водоема, примыкающая к водоподпорному сооружению

бьеф верхний – Бьеф с верховой стороны водоподпорного сооружения (выше по течению)

бьеф нижний– Бьеф с низовой стороны водоподпорного сооружения (ниже по течению)

бьеф подпертый – Естественный или искусственный участок водотока, в котором создается подъем уровня для обеспечения требуемого напора или глубин воды

верхнего бьефа уровень – Подпорный уровень воды, созданный в верхнем бьефе

верхний бассейн гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС – Водоем, предназначенный для создания напора на агрегаты ГАЭС и накопления воды, закачиваемой при работе ГАЭС в насосном режиме

водное хозяйство – Отрасль науки и техники, в сферу которой входят учет, изучение, использование, охрана водных ресурсов, а также борьба с вредным воздействием вод

водный объект – Природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и черты водного режима

водный режим – Изменение во времени уровней, расходов, объемов воды в водных объектах

водовод – Гидротехническое сооружение для подвода и отвода воды в заданном направлении (канал, лоток, трубопровод, туннель)

водовыпуск – Водопрпускное сооружение, предназначенное для осуществления целевых попусков из водохранилища или канала

водозабор – Забор воды из водоема, водотока или подземного водоисточника для хозяйственных целей

водоподводящий тракт – Совокупность сооружений, обеспечивающих подвод воды от водозаборного сооружения к зданию ГЭС, насосной станции или иному водоприемнику

водоподпорное сооружение – Сооружение на водотоке для подъема уровня воды и/или для создания водохранилища

водопользование – Использование водных ресурсов без изъятия воды из водного объекта

водопотребление – Использование водных ресурсов с изъятием воды из водного объекта

водоприемник МГЭС – Гидравлическое устройство, обеспечивающее забор (отведение) воды из водотока или водохранилища к гидромашине.

водопропускное сооружение – Гидротехническое сооружение и его оборудование, обеспечивающее пропуск расходов из водоема

водораздел – Граница водосборной площади водотока.

водосборный бассейн (водосбор) реки (озера) – Часть земной поверхности, включая толщу почво-грунтов, откуда происходит сток воды в реку, речную систему или озеро.

водосброс (водосбросное сооружение) – Сооружение для пропуска воды, сбрасываемой из верхнего бьефа водоема во избежание его переполнения.

водослив – Водосброс со свободным переливом воды через его гребень

водосливная плотина – Плотина, предназначенная для пропуска воды путем перелива через гребень водослива.

водоток – Водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности

водохозяйственный баланс– Соотношение потребностей в воде с количеством и качеством имеющихся в данное время и на данной территории водных ресурсов

водохозяйственный год– Расчетный годичный период, начиная с самого многоводного (паводочного) сезона

водохранилище годового (сезонного, суточного) регулирования – Водохранилище с годичным (сезонным, суточным) циклом пополнения и отработки полезного объема.

водохранилище для целей гидроэнергетики– Водохранилище, запасы воды в котором используются для выработки электроэнергии на гидроэлектростанции.

водохранилище сезонного регулирования – Водохранилище, предназначенное для задержки вод половодья и паводков

выработка энергии МГЭС– Суммарная выработка электроэнергии малой ГЭС за рассматриваемый период

гарантированный расход воды – Минимальный вероятный расход воды, соответствующий расчетной обеспеченности

генерирующая мощность – Установленная мощность гидроэлектростанции за вычетом ограничений ее мощности

гидравлика – Наука о законах движения и равновесия жидкостей и способах приложения этих законов к решениям задач инженерной практики

гидравлика сооружений – Техническая наука, в которой используются законы механики жидкости для решения прикладных инженерных задач проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений

гидравлическая турбина ковшевая активная – Гидравлическая турбина (горизонтальная, вертикальная: одноколесная или двухколесная: односопловая или многосопловая), использующая кинетическую и потенциальную энергию водного потока

гидравлическая турбина наклонно-струйная активная однократная – Гидравлическая турбина, у которой оси лопастей рабочего колеса располагаются под углом к оси гидротурбины

гидравлическая турбина ортогональная – Гидравлическая машина (напорная или свободнопоточная), использующая в качестве рабочего колеса гидродинамическую систему с аэродинамическими профилями

гидравлическая турбина поперечно-струйная активная – Гидравлическая турбина с рабочим колесом однократного или двухкратного действия, у которой оси лопастей рабочего колеса располагаются параллельно оси гидротурбины

гидравлическая турбина реактивная – Гидравлическая турбина (горизонтальная, вертикальная, наклонная) с осевым, радиально-осевым, диагональным рабочим колесом, использующая потенциальную энергию водного потока

гидравлическая турбина роторная реактивная – Гидротурбина, у которой лопасти рабочего колеса выполнены в виде цилиндрических поверхностей, образующие которых параллельны оси турбины

гидравлическая турбина свободнопоточная – Гидравлическая машина (активная или реактивная), использующая кинетическую энергию водного потока в его естественном состоянии

гидравлическая турбина фронтальная реактивная– Гидротурбина, у которой оси лопастей рабочего колеса постоянного сечения расположены перпендикулярно оси турбины

гидравлическая турбина шнековая реактивная– Гидротурбина, у которой лопасти рабочего колеса выполнены в виде винтовой поверхности

гидравлический прыжок – Переход транзитного потока из бурного состояния в спокойное, сопровождаемое, как правило, образованием водоворотной зоны (вальца)

гидравлический удар – Повышение или понижение гидродинамического давления в напорном трубопроводе, вызванное резким изменением скорости движения жидкости

гидроагрегат –Агрегат, состоящий из гидравлической турбины и электрического гидрогенератора

гидрогенератор (гидроагрегат (ГА)) – Комплекс устройств, предназначенных для преобразования энергии воды в электрическую энергию

гидроаккумулирование– Подъем воды с помощью насоса и накопление ее в специальном бассейне для последующего использования на одной или нескольких гидроэлектростанциях для производства электрической энергии

гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) – Комплекс сооружений и оборудования, выполняющий функции аккумуляирования и выработки электрической энергии путем накачки воды из нижнего бассейна в верхний (насосный режим) и последующего преобразования потенциальной энергии воды в электрическую (турбинный режим)

гидрогенератор – Электрический генератор, приводимый во вращение гидравлической турбиной

гидрограф –График изменения во времени расходов воды за год или часть года (сезон, половодье, или паводок) в данном створе водотока

гидрологические расчеты –Раздел инженерной гидрологии, включающий методы расчетов значений различных характеристик гидрологического режима. Результаты расчетов представляют в виде средних значений и величин различной вероятности превышения (обеспеченности)

гидрологические характеристики стока (основные гидрологические характеристики - ОГХ) – Количественные оценки элементов гидрологического режима

гидрологический режим – Закономерные изменения состояния гидрологических элементов водного объекта во времени, обусловленные физико-географическими свойствами бассейна и в первую очередь – его климатическими условиями, а также искусственными воздействиям

гидрология инженерная –Раздел гидрологии, занимающийся методами расчета и прогноза гидрологических режимов

гидротехнические изыскания –Изыскания для получения исходных материалов, необходимых для разработки проектов использования и охраны водных ресурсов, а также борьбы с вредным воздействием вод.

гидроэлектростанция (ГЭС)–Комплекс сооружений и оборудования, преобразующих гравитационную энергию воды в электрическую энергию

гидроэнергетика – Раздел энергетики, основанный использовании энергии водных ресурсов для получения электрической энергии

гидроэнергетическая установка (ГЭУ) –Комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенных для преобразования гидравлической энергии в другие виды энергии

грунтовые воды – Подземные воды первого от поверхности земли постоянно существующего водоносного пласта, расположенного на первом от поверхности водоупоре

дамба береговая –Дамба, расположенная на берегу искусственного или естественного водотока, предназначенная для защиты примыкающей к нему территории от затопления

дамба обвалования –Сооружение для ограждения территории от затопления поверхностными водами

двигатель-генератор обратимого гидроагрегата– Генератор для обратимого гидроагрегата, работающего как в турбинном, так и в насосном режиме (применяется для ГАЭС)

деривация (туннель, канал, водовод, лоток) – Система сооружений, осуществляющих отвод воды из естественного русла или водохранилища с целью создания сосредоточенного перепада уровней воды

длина плотины по гребню – Расстояние по оси гребня плотины между берегами водотока, склонами долины или примыканиями к другим сооружениям в створе гидроузла

дождевой паводок – Быстрый, сравнительно кратковременный подъем уровня воды в каком-либо фиксированном створе реки в результате выпадения дождевых осадков, завершающийся почти столь же быстрым спадом и, в отличие от половодья, возникающий нерегулярно

дождевой сток – Сток, возникающий в результате выпадения интенсивных дождей (ливней), суммарный объем воды от дождя, протекающий через рассматриваемый створ

долина реки – Относительно узкое, вытянутое в длину углубление в земной поверхности, образованное вековой деятельностью стекающей по поверхности земли воды с наличием русла современного потока и общим наклоном дна от одного конца к другому

донные скорости – Скорость воды в придонном слое водотока, измеренная на ближайшем по техническим возможностям расстоянии от дна

зажор (затор) – Скопление шуги с включением мелкобитого льда в русле водотока, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды

заиление водохранилища – Процесс заполнения чаши водохранилища наносами

зарегулированный водоток – Водоток, естественный режим стока которого во времени изменен при помощи технических мероприятий

затвор гидротехнического сооружения МГЭС – Подвижная конструкция, производящая полное или частичное закрытие (открытие) водопропускных сооружений и регулирования расхода воды

затопление – Повышение уровня воды водотока, водоема или подземных вод, приводящее к образованию свободной поверхности воды на участке территории

здание МГЭС– Отдельное сооружение, подземная выработка или помещение в плотине, в которых устанавливается гидросиловое, электротехническое и вспомогательное оборудование МГЭС

зона затопления водохранилищем– Территория, покрытая водой при максимальном подпорном уровне в водохранилище

зона подтопления –Территория, на которой повышение уровня подземных вод, вызванное созданием водохранилища, нарушает хозяйственную деятельность

изыскания для гидроэнергетического строительства –Изучение с применением технических методов, средств и измерительных приборов природной среды для использования при проектировании или мониторинга на различных стадиях жизненного цикла гидроэнергетического сооружения

источники ресурсов малой гидроэнергетики –Естественные и искусственные водотоки, водохранилища, озера и пруды, водохозяйственные или гидравлические системы разного назначения, а также другие малые водные потоки, потенциал которых может быть использован для получения электрической энергии при помощи установок малой мощности

кавитация–Нарушение сплошности (однородности потока) жидкости вследствие образования в нем «пустот» - мелких пузырьков или целых полостей, заполненных газом или паром, выделившимися из жидкости в результате гидродинамических процессов

карты гидрологические –Карты, характеризующие особенности режима, распределение по территории, состав и количество вод суши

карты стока –Карты, характеризующие распределение по территории количества поверхностных вод суши

каскад гидроузлов (гидроэлектростанций) – Совокупность гидроузлов (гидроэлектростанций), последовательно расположенных на водотоке

категории потенциала малой гидроэнергетики – Виды понятий «потенциал малой гидроэнергетики» в зависимости от технических возможностей и экономической эффективности использования . Выделяют - валовой (расчетный) потенциал; технический, экономический

клетчатка вероятностей – Специальная клетчатка с прямоугольной системой координат, построенная таким образом, что на них спрямляются (полностью или частично) различные кривые обеспеченности

коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) – Отношение электроэнергии, выработанной энергоустановкой за определенный промежуток времени к максимально возможному количеству энергии при данной установленной мощности агрегата за тот же период

кривая обеспеченности стока (вероятности превышения) – Интегральная кривая, показывающая обеспеченность превышения (обычно в %) данного значения стока

кривая объемов воды – График в прямоугольных координатах, характеризующий связь между объемами и средними расходами воды на участке реки

кривая подпора (кривая свободной поверхности) – График в прямоугольных координатах, выражающий для данного сечения речного русла (за определенный период) связь между высотой уровня воды и расходом воды

кривая расхода воды – График в прямоугольных координатах, выражающий для данного сечения речного русла (за определенный период) связь между высотой уровня воды и расходом воды

ледовый режим – Совокупность закономерно повторяющихся процессов возникновения, развития, разрушения и перемещения ледяных образований на водных объектах

лимитирующий объем стока – Предельные объем стока при котором работает МГЭС

лимитирующий период – Часть водохозяйственного года, неблагоприятная для осуществления проектируемых мероприятий либо по водопотреблению и водопользованию, либо по борьбе с наводнениями и осушению болот

максимальная пропускная способность гидротурбины – Расход гидравлической турбины при расчетном напоре

максимальный напор (брутто) МГЭС – Максимальная разность между уровнями воды верхнего и нижнего бьефов малой ГЭС

максимальный расход в створе сооружения – Наибольший паводковый (паводковый) расход воды, принимаемый как расход заданной вероятности превышения

максимальный расчетный расход воды – Максимальный расход воды, принимаемый в качестве расчетной величины для определения параметров гидротехнических сооружений

малая гидроэлектростанция (малая ГЭС; МГЭС) – ГЭС с установленной мощностью от 100 до 30000 кВт, номинальной мощностью гидроагрегата до 10 МВт и с диаметром рабочего колеса турбины менее 3 м.

малая гидроэнергетика – Составная часть гидроэнергетики, связанная с использованием энергии водных ресурсов и гидравлических систем при помощи гидроэнергетических установок малой мощности

малая гидроэнергетическая установка (МГЭУ) – Гидроэнергетическая установка номинальной мощностью до 10 МВт

МГЭС (МкГЭС) бесплотинная– ГЭС, использующая преимущественно кинетическую энергию потока на рабочем колесе гидравлической машины

МГЭС (МкГЭС) гирляндная – Бесплотинная или свободно-поточная ГЭС, имеющая общий валопровод, в которой несколько соосных гидравлических машин работают на одну или несколько электрических машин

МГЭС (МкГЭС) мобильная– ГЭС, конструктивное исполнение которой предусматривает возможность ее перемещения на иное место установки без нарушения готовности к работе ее основных узлов

МГЭС (МкГЭС) плавучая –ГЭС, гидроагрегаты которой располагаются на плавучих средствах

МГЭС (МкГЭС) погружная– ГЭС, в которой используются погружные, т.е. размещаемые под водой гидроагрегаты

МГЭС (МкГЭС) рукавная – Разновидность деривационной ГЭС, на которой в качестве деривации используется нестационарный сборный или гибкий рукав или шланг

МГЭС (МкГЭС) свободнопоточная –ГЭС, использующая кинематическую энергию водного потока в его естественном состоянии

МГЭС (МкГЭС) стационарная – ГЭС, не предназначенная для перемещения в другой створ водотока

МГЭС деривационная – Малая ГЭС, в которой напор создается за счет естественного перепада уровней водотока при напорной или безнапорной деривации

МГЭС плотинная малая –ГЭС, в которой для создания напора используются как плотина, так и здание ГЭС

МГЭС приплотинная –Плотинная малая ГЭС, в которой здание ГЭС не участвует в создании напора

МГЭС русловая –Плотинная малая ГЭС, в которой здание ГЭС используется для создания напора

МГЭС смешанная –Малая ГЭС, в которой напор создается как за счет плотины, так и за счет естественного перепада уровней, реализуемого при помощи деривации

межень –Фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в одни и те же сезоны, характеризующаяся малой водностью, длительным стоянием низкого уровня и возникающая вследствие уменьшения питания водотока

метод гидрологической аналогии при гидрологических расчетах – Способ приближенной оценки основных характеристик гидрологического режима неизученных водных объектов, основанный на подборе изученного объекта – аналога, находящегося в сходных физикогеографических условиях и в распространении его гидрологических характеристик на неизученный водный объект с соответствующими поправками на неполную аналогичность факторов стока

методы гидрологических расчетов– Технические приемы, позволяющие рассчитать, обычно с оценкой вероятности их появления, значения характеристик гидрологического режима

микрогидроэлектростанция (микроГЭС, МкГЭС) –МГЭС с установленной мощностью до 100 кВт

минимальный рабочий уровень воды в водохранилище – Самый низкий уровень воды в верхнем бьефе, при котором гидроустановка может еще работать без опасности засасывания воздуха и повреждения гидроагрегатов

многоводный год–Гидрологический год, в течении которого среднегодовое значение стока выше среднего многолетнего значения для большинства рек данной территории

модуль стока –Объем воды стекающей в единицу времени с единицы площади водосбора , выражается л/с ×км² или м³/ с ×км²

мощность гидроагрегата номинальная – Активная электрическая мощность на выводах генератора, соответствующая номинальному режиму работы электрической машины

мощность МГЭС гарантированная– Наибольшая мощность, выдаваемая МГЭС при расходе воды и напоре обеспеченностью 90...95 %

мощность МГЭС установленная – Сумма номинальных активных мощностей всех генераторов гидроэлектростанции, включая генераторы собственных нужд

наносы –Твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, а также абразии берегов водоемов, переносимые водотоками, течениями в озерах, морях и водохранилищах, и формирующие их ложе

наносы взвешенные–Наносы, переносимые водным потоком во взвешенном состоянии

наносы донные –Наносы, перемещаемые водным потоком в придонном слое, формирующие речное русло, пойму или ложе водоема

напор геометрический МГЭС (МкГЭС) брутто – Разность уровней верхнего и нижнего бьефов малой ГЭС

(МкГЭС) напор гидротурбины расчетный – Наименьший напор гидравлической турбины, при которой она развивает номинальную мощность

напор на участке (перепад гидравлического напора) – Отношение разницы напоров, возникающих при напорном движении, в двух пунктах к расстоянию между ними (при равномерности изменения напора – отношение разности статических уровней к горизонтальному расстоянию между ними)

напор рабочий нетто – Разность удельных энергий жидкости на входе и выходе из турбинной установки малых ГЭС (микроГЭС), численно равная напору брутто за вычетом всех потерь напора в водоподводящих сооружениях

насос-турбина (обратимая гидротурбина) МГЭС –Разность удельных энергий жидкости на входе и выходе из турбинной установки малых ГЭС (микроГЭС), численно равная напору брутто за вычетом всех потерь напора в водоподводящих сооружениях

норма стока –Среднее значение величины поверхностного водного стока за многолетний период

нормальный подпорный уровень (НПУ) –Наивысший подпорный уровень, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации.

обвалование –Ограждение территории земляными дамбами от затопления поверхностными водами

обеспеченная среднесуточная мощность МГЭС –Минимальная среднесуточная мощность гидроэлектростанции, которую можно получить с заданной степенью обеспеченности

обеспеченность гидрологической характеристики –Вероятность того, что рассматриваемое значение гидрологической характеристики может быть превышено среди совокупности всех возможных ее значений

общий регулирующий объем водохранилища –Сумма полезного и противонаводного объема воды в водохранилищах

объем стока – Количество воды, протекающее через рассматриваемый створ водотока за какой либо период времени

отстойник (гидротехнического сооружения)– Сооружение, служащее для осаждения содержащихся в воде наносов и последующего их удаления

паводок– Фаза водного режима реки; сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня воды в реке, возникающее в результате быстрого таяния снега, ледников, обильных дождей

паводок катастрофический –Выдающийся по величине и редкий по повторяемости паводок, могущий вызвать жертвы и разрушения

пиковая МГЭС – Гидроэлектростанция, работающая в основном в пиковой части графика нагрузки энергосистемы

плотина – Гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток для подъема уровня воды

плотина грунтовая– Плотина, основное тело которой состоит из грунта, обеспечивающего устойчивость и прочность плотины

плотина каменно-земляная – Плотина из крупнообломочного грунта с противofильтрационными устройствами из мелкозернистого грунта, глинистого или песчаного

плотина каменно-набросная – Плотина, тело которой состоит из каменной наброски, а противofильтрационные устройства выполнены в виде экрана, ядра или диафрагмы

плотина намывная – Плотина, возводимая, намывом грунтов средствами гидромеханизации

плотина насыпная – Плотина, возводимая путем отсыпки грунта, камня и последующего их уплотнения

подводящий канал– Водоподводящее русло (канал) в верхнем бьефе плотины МГЭС

пойма –Часть дна речной долины, затопляемая в период высокой водности (половодье, паводки)

полезный располагаемый напор –Разность уровней верхнего и нижнего бьефов малой ГЭС (микроГЭС)

половодье– Фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды, и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников

потенциал ресурсов малой гидроэнергетики –Составная часть гидроэнергетического потенциала, которая может быть использована на установках малой мощности

потенциал ресурсов малой гидроэнергетики технический – Часть валового потенциала, которая может быть использована современными техническими средствами с учетом требований социальноэкологического характера

потенциал ресурсов малой гидроэнергетики экономический –Часть технического потенциала малой гидроэнергетики, использование которой экономически эффективно в современных условиях с учетом требований социально-экологического характера

предтурбинный затвор МГЭС –Устройство, обеспечивающее подачу или прекращение подачи воды на турбину

пропускная способность гидротурбины –Максимальный расход воды, который турбина может быть использован при данном мгновенном напоре

проточные системы сооружения МГЭС –Системы сооружения МГЭС при отсутствии или при незначительном накоплении воды

проточный тракт МГЭС (МкГЭС): – Совокупность каналов, образованных гидравлическими элементами малой ГЭС (микроГЭС), по которым протекает вода, совершая рабочий процесс

рабочая скорость потока –скорость протекания потока воды через турбину

расход через турбину –Объем воды в единицу времени, протекающий через гидротурбину и зависящий от типа турбины, ее размеров и действующего напора

расчетная обеспеченность (в гидрологии)– Обеспеченность гидрологической характеристики, принимаемая при строительном проектировании для установления значения параметров гидрологического режима, определяющих проектные решения

расчетный расход воды –Расход воды заданной вероятности превышения, принимаемый в качестве исходного значения для определения размеров проектируемых сооружений

регулирование стока годовое –Регулирование стока с резко выраженным годовым циклом пополнения и сброски полезного объема водохранилища

регулирование стока сезонное–Неполное годовое регулирование стока, при котором полезный объем используется в течение определенного периода вре-

мени. Направлено на аккумуляцию в водохранилищах стока половодья и паводков для использования в маловодные периоды года, а также предотвращает наводнений. Месячное, недельное и суточное регулирование осуществляется в основном для целей гидроэнергетики.

режим холостого хода турбины – Работа турбины при номинальной частоте вращения без нагрузки

русло реки – Наиболее пониженная часть долины, выработанная потоком, по которой осуществляется сток воды в междупаводочные периоды перемещение основной части донных наносов

русловой процесс – Постоянно происходящие изменения морфологического строения русла водотока и поймы, обусловленные действием текущей воды

рыбопропускное сооружение – Рыбопропускное сооружение в виде наклонного или ступенчатого водопропускного тракта, по которому рыба движется в верхний бьеф самостоятельно

рыбоход – Рыбопропускное сооружение в виде наклонного или ступенчатого водопропускного тракта, по которому рыба движется в верхний бьеф самостоятельно

рыбоходы лестничного типа – Сооружения для перемещения рыбы в обход плотины с напором до 30 м в виде ручья с порогами из нескольких бетонных бассейнов, которые образуют ступенчатый перепад.

санитарная охранная зона – Зона санитарной охраны водоисточников. Делится на три пояса, в каждом из которых устанавливается особый режим. Первый пояс (зона строгого режима) организуется для охраны мест забора воды из головных сооружений водопроводов.

сброс воды из водохранилища – Удаление неиспользуемой части стока из водохранилища

сетевая МГЭС (МкГЭС) – МГЭС, предназначенная для работы параллельно с электрическими сетями федерального или регионального значения, мощность которой считается бесконечной по отношению к мощности МГЭС (МкГЭС)

слой дождевых осадков – Количество дождевых осадков, выпадающих на единицу площади водосбора за определенный промежуток времени

собственник гидротехнического сооружения – Российская Федерация, субъект Российской Федерации, муниципальное образование, физическое лицо или юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, имеющие права владения, пользования и распоряжения гидротехническим сооружением

сработка водохранилища – Уменьшение запасов воды в водохранилище в течение интервала времени, когда расходы воды из водохранилища превышают приток

средняя (многолетняя, годовая, сезонная, месячная и т.п.) выработка гидроэлектростанции – Среднеарифметическая выработка электроэнергии гидроэлектростанцией за рассматриваемый период

створ гидроузла – Горизонтальная проекция условной осевой линии комплекса сооружений гидроузла или отдельного сооружения

сток речной – Сток, проходящий по речной сети

стокообразующая часть осадков – Часть слоя дождевых осадков стекающая по поверхности водосборного бассейна и формирующая поверхностный сток

тело плотины – Основная часть плотины, обеспечивающая устойчивость и водонепроницаемость сооружения

территория гидротехнического сооружения – Территория в пределах границ землеотвода гидротехнического сооружения, установленных в соответствии с земельным законодательством Российской Федерации

турбинный водовод – Напорный водовод, подающий воду из подводящей деривации или водохранилища к турбинам гидроэлектростанции

универсальная характеристика гидротурбины – Совокупность изолиний, определяющих зависимость коэффициента полезного действия, критического кавитационного коэффициента, открытия направляющего аппарата и угла установки лопастей рабочего колеса гидравлической турбины от приведенных расхода и частоты вращения гидравлической турбины

уровень воды –Высота поверхности воды в водном объекте, свободной от влияния волн и зыби, относительно условно принятой отметки

уровень воды в верхнем бьефе – Отметка горизонта воды в водохранилище или подпертом бьефе

уровень воды в нижнем бьефе– Уровень воды в водобойном колодце, водотоке или водохранилище, примыкающем к водоподпорному сооружению с его низовой стороны

уровень мертвого объема (УМО) – Наинизший уровень воды в водохранилище, допустимый по условиям нормальной эксплуатации гидроузла

факторы стока – Элементы внешней физикогеографической среды, определяющие величину и особенности формирования стока в данном бассейне. Выделяют – климатические (осадки, испарение, температура воздуха) и прочие физико-географические элементы подстилающей поверхности (почвенно-геологические условия, степень облесенности, заболоченности и пр.). Ф.с. делят также на зональные (климатические), а зональные (площадь водосбора, длина реки и тд.) и интразональные (лесистость, заболоченность)

форсированный подпорный уровень(ФПУ) – Подпорный уровень выше нормального, допускаемый в верхнем бьефе в особых условиях эксплуатации гидротехнических сооружений при сбросе паводков малой обеспеченности

холостой сброс – Расход воды из водохранилища, не используемый для полезных целей

шахтная гидравлическая установка – Гидравлическая установка, использующая в качестве рабочего напора естественный перепад высот, создаваемый в напорном водоводе шахтного типа

эксплуатационная мощностная характеристика гидротурбины – Совокупность изолиний, определяющих зависимость коэффициента полезного действия и допустимой высоты отсасывания от напора и мощности гидравлической турбины

электрическая машина МГЭС (МкГЭС) – Электрическая машина (синхронная, асинхронная, двойного питания, постоянного тока), приводимая во враще-

ние от гидротурбины и преобразующая механическую энергию вращения в электрическую энергию.