

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«Международный государственный экологический институт  
имени А.Д. Сахарова» БГУ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебной и воспитательной работе  
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

«14» ноября 2021 г.

Регистрационный № УД-034-21/уч.

## ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1 – 43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта (ОСВО) 1–43 01 06-2013 и учебных планов 42-14/уч. от 01.09.2014г. и 109-18/уч. з. от 31.08.2018 г. по специальности 1–43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент»

**СОСТАВИТЕЛЬ:** С. В. Артемчук, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 15 от 18.06.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ  
(протокол № 10 от 24.06.2021 г.)

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Углубление электрификации отраслей экономики объективно для всех стран и сохранится в XXI веке. Валовый внутренний продукт и комфортность жизни корреляционно определяются электропотреблением, производительность труда – электровооруженностью. Рациональное увеличение потребления электроэнергии на душу населения актуально для Республики Беларусь, где годовое электропотребление вдвое ниже, чем в США.

Уровень же удельных и общих расходов электроэнергии недопустимо высок практически на все виды выпускаемой продукции (ВВП). Энергоемкость национального дохода в 2–2,5 раза выше, чем в развитых странах. За последние 15 лет энергоемкость ВВП в РБ уменьшилась на 55–60 %.

Эффективность использования электроэнергии — важнейшая часть обеспечения энергетической безопасности страны. Энергетической стратегией Республики Беларусь на период до 2020 г. предусмотрено инновационное и опережающее развитие отраслей ТЭК, обеспечивающее производство конкурентоспособной продукции на уровне мировых стандартов при безусловном надежном и эффективном энергообеспечении всех отраслей экономики и населения.

Одной из важнейших задач ближайшего периода является создание новых организационных основ для эффективного развития и функционирования энергетики в условиях рыночных отношений. При этом снижение удельного расхода топлива на производство электроэнергии должно составить 25–30 г у.т./кВт·ч.

Дисциплина "Гидроэнергетика" является неотъемлемым звеном подготовки специалистов в области энергоэффективных технологий. Полученные знания в дальнейшем используются при выполнении дипломного проекта и решении проблем энергоэффективности систем электроснабжения предприятий на производстве.

**Цель учебной дисциплины** – формирование у студентов системы знаний, умений, навыков и профессиональных компетенций в области использования водной энергии и гидроэнергетических установок, приобретение студентами системы знаний в областях проектирования, монтажа, наладки, ремонта, технического обслуживания гидроэнергетических установок, рационального природопользования, экологической безопасности и энергоэффективности.

### **Задачи дисциплины:**

- подготовка инженеров широкого профиля, обладающих навыками самостоятельной творческой инженерной и исследовательской работы по использованию водной энергии и гидроэнергетическим установкам, технико-экономическому обоснованию развития гидроэнергетики в комплексе с другими направлениями использования водных ресурсов и с учетом охраны окружающей среды;

• рациональное сочетание профессионального и образовательного компонентов подготовки, развитие у студентов представлений о механике жидкости и газа в окружающей их повседневной жизни, расширение их мировоззрения, ознакомление с научными проблемами механики жидкости и газа.

Для формирования современных и социально-профессиональных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, проведение тестирования по отдельным разделам и дисциплине в целом, письменные контрольные работы, устный опрос во время лабораторных и практических занятий, написание рефератов по отдельным разделам дисциплины, выступления студентов на семинарских и практических занятиях.

По дисциплине разработан учебно-методический комплекс (УМК) с материалами, помогающими студенту в организации самостоятельной работы, включающий:

- учебную программу дисциплины;
- учебную литературу (учебник, учебное пособие, курс лекций, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ и справочник);
- задания для самостоятельной работы студентов, тренажеры;
- методические указания по самостоятельной работе.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут быть в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетно-графических заданий, коллоквиумы, контрольные работы, тестирование, принятие зачетов, устный или письменный экзамены и т. д.

В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- основные схемы использования водной энергии, состав и назначение гидротехнических сооружений общего назначения (плотины, водосбросы, водоводы), включая их оборудование, а также специальных сооружений неэнергетического назначения в составе комплексных гидроузлов;
- технологический процесс получения, преобразования и использования гидравлической энергии разными типами гидроэнергетических установок (ГЭС, НС, ГАЭС, ПЭС);
- способы получения напора на ГЭС, состав сооружений гидроэнергетического гидроузла;

- основы технико-экономических расчетов в гидроэнергетике, выбор установленной мощности ГЭС, выбор агрегатов ГЭС.

**уметь:**

- получать оценки потенциала гидроресурсов поверхностного и руслового стока рек;
- использовать данные государственных водных кадастров для водноэнергетических расчетов при проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений, гидроэлектростанций;
- решать задачу размещения створов ГЭС на водотоке с учетом экологических и социальных ограничений;
- выбирать наиболее рациональную схему получения напора и компоновку гидроэнергетического узла;
- обосновывать с помощью технико-экономических расчетов установленную мощность ГЭС;
- подбирать и эффективно эксплуатировать гидроэнергетическое оборудование ГЭС.

**владеть:**

- методами определения параметров, характеризующих сток реки и способами его регулирования;
- методами водноэнергетических расчетов по обоснованию основных параметров гидроэнергетических установок (ГЭУ).

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа», «Энергопреобразующие машины» и др.

В соответствии с учебным планом дисциплина «Гидроэнергетика» изучается в объеме 144 часов, в т. ч. 68 аудиторных часов – очная форма обучения и 16 аудиторных часов – заочная форма получения высшего образования.

Из них для очной формы обучения 34 часов лекций, 16 часов практических занятий и 18 часов лабораторных занятий; для заочной формы обучения 8 часов лекций, 4 часов практических занятий и 4 часов лабораторных занятий. Форма текущей аттестации – экзамен в I семестре (для очной формы получения высшего образования); экзамен в 2 семестре – для заочной. Форма получения высшего образования – очная и заочная

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### ***1. Введение***

Предмет и задачи дисциплины. Гидроэнергетика как отрасль энергетики и техническая наука. Краткий исторический очерк.

### ***2. Схемы использования водной энергии***

*Водные ресурсы.* Территориальное распределение стока рек РБ. Использование водных ресурсов для нужд населения, промышленности и сельского хозяйства. Водопотребители и водопользователи. Проблемы комплексного использования водных ресурсов. Роль гидроэнергетики в

комплексном использовании водных ресурсов. Охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения. Гидроэнергетика: проблемы и перспективы развития в РБ.

*Типы гидроэнергетических установок (ГЭУ) и их назначение.* Гидроэлектрические станции (ГЭС), насосные станции (НС), гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), приливные станции (ПЭС). Напор, расход и мощность ГЭУ. Технологический процесс получения, преобразования и использования гидравлической энергии разными типами гидроэнергетических установок (ГЭС, НС, ГАЭС, ПЭС). Малая, мини- и микрогидроэнергетика.

*Схемы использования водной энергии.* Основные схемы – плотинная, деривационная, комбинированная. Сложные и особые схемы (переброска стока в смежные бассейны, использование перепадов на ирригационных каналах). Каскады ГЭС и водохранилищ.

### **3. Теоретические основы гидроэнергетики**

*Гидрологическая информация и ее использование в гидроэнергетике.* Климатическая и гидрологическая характеристики территории бассейна реки. Гидрографическая характеристика водосбора, гидрологическая изученность, сведения о водном и ледовом режиме, сведения о твёрдом стоке, гидрологические расчёты. Речной сток и гидроэнергетические ресурсы. Гидроэнергетический потенциал речного стока. Методы подсчета гидроэнергетических ресурсов. Потенциальные запасы гидроэнергии. Технические запасы гидроэнергии и экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов. *Регулирование стока.* Виды регулирования – суточное, недельное, годовое, многолетнее. Способы создания и возможности использования водохранилищ для регулирования стока. Полный, полезный и мертвый объем водохранилища. Годичное регулирование постоянного, переменного расхода воды и мощности ГЭС. Регулирование расхода воды при комплексном использовании водных ресурсов. Определение напора, мощности и годовой выработки электроэнергии. Многолетнее регулирование. Специальные виды регулирования – каскадное, компенсирующее. Применение методов математической статистики для обобщенных расчетов регулирования стока. Определение зависимости между объемом водохранилища, коэффициентом зарегулирования и обеспеченностью гарантированного расхода воды.

*Использование ГЭС в энергосистеме, суточное и недельное регулирование.* Понятие об энергетических системах. Неограниченное суточное регулирование в характерные сезоны года. Ограничения суточного регулирования. Регулирование при ограниченном объеме водохранилища. Недельное регулирование. Колебания бьефов и потери энергии при суточном и недельном регулировании. Основы оптимизации работы ГЭС в энергосистемах. Резервы энергосистем и условия их размещения на гидроэлектростанциях. *Использование ГАЭС в энергосистеме.* Технологии гидравлического аккумулирования энергии. Технические схемы и

параметры ГАЭС. Состав и типовые компоновки сооружений ГАЭС. Выбор схемы и оценка экономичности ГАЭС. Водноэнергетические параметры ГАЭС. Технико-экономическое обоснование мощности ГАЭС.

#### ***4. Общие и специальные сооружения энергетических гидроузлов***

Компоновка сооружений в речных гидроузлах. Общие сведения о бетонных и железобетонных плотинах и требования к их проектированию. Плотины из грунтовых материалов: земляные, каменно-земляные и каменно-набросные плотины. Водосбросные и водопропускные сооружения. Водосбросы и водовыпуски речных гидроузлов. Здания ГЭС руслового и приплотинного типа. Основные сведения о составе сооружений деривационных ГЭС. Головной водозаборный узел, деривационные каналы, трубопроводы. Напорные бассейны и бассейны суточного регулирования. Конструкция и основное оборудование напорного бассейна. Водосбросы, шугосбросы и промывные устройства. Бассейны суточного регулирования.

Неустановившиеся режимы ГЭС. Теория и физические явления гидравлического удара. Прямой гидравлический удар. Непрямой удар. Распределение давления по длине трубопровода. Мероприятия по уменьшению давления при гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары. Назначение и типы уравнительных резервуаров.

Трубопроводы гидроэнергетических установок (ГЭС, ГАЭС и НС)

Область применения железобетонных и стальных трубопроводов. Стальные трубопроводы и их конструкция. Трасса трубопровода и схемы прохода воды к турбинам ГЭС. Силы, действующие на трубопровод и его опоры. Основы расчета стальных трубопроводов. Определение среднекубического расхода трубопровода и потерь энергии. Определение экономически наиболее выгодного диаметра. Анкерные и промежуточные опоры трубопровода. Железобетонные трубопроводы. Основы расчета железобетонных трубопроводов. Трубы из новых материалов.

Эксплуатация гидротехнических сооружений, наблюдения за состоянием и работой гидросооружений, уход за гидросооружениями и их ремонт.

#### ***5. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций***

Основы систематизации гидроэлектростанций. Типизация гидроэнергетических объектов. Классификация гидроузлов и зданий ГЭС. Функциональные группы технологического оборудования гидроэнергетических установок. Гидротурбинное оборудование и рекомендации по его выбору. Стандартизация турбинного оборудования. Классификация гидротурбин. Энергетические характеристики и приведенные величины. Основные параметры гидроэнергетической установки. Выбор основных параметров турбинного оборудования. Гарантированный диапазон режимов работы гидротурбины. Кавитация, высота отсасывания и выбор отметки рабочего колеса. Электромашинное оборудование. Общие

сведения о гидрогенераторах. Принцип работы гидрогенератора. Основные параметры гидрогенератора. Технические требования по выбору электромашинного оборудования ГЭС. Типы генераторов вертикального исполнения. Конструкции и системы вертикальных генераторов. Определение геометрических параметров гидрогенератора.

Вспомогательное оборудование ГЭС: масляное хозяйство гидроагрегатов и трансформаторов; пневматическое хозяйство; техническое водоснабжение; противопожарное водоснабжение технологического оборудования; системы водоотведения из проточного тракта гидротурбины и дренажных колодцев. Механическое и крановое оборудование ГЭС: сороудерживающие решетки и средства их очистки; затворы водоприемников, отсасывающих труб и механизмы для их обслуживания; предтурбинные затворы; крановое оборудование машинного зала ГЭС.

Эксплуатация основного и вспомогательного оборудования ГЭС. Автоматизация ГЭС. Объекты автоматизации. Системы регулирования гидроагрегатов. Маслонапорная установка системы регулирования гидротурбин.

#### ***6. Насосные станции технического водоснабжения тепловых и атомных электростанций***

Системы технического водоснабжения электростанций. Насосы и электродвигатели. Коэффициент быстроходности и его влияние на габаритные размеры агрегатного блока. Компоновки и конструктивное исполнение насосных агрегатов. Осевые вертикальные насосы. Диагональные вертикальные насосы. Осевые и диагональные насосы с наклонным и горизонтальным валом. Центробежные насосы. Электродвигатели насосных агрегатов. Здания насосных станций. Нестационарные явления и динамические нагрузки в элементах насосных станций. Переходные процессы в системах охлаждения конденсаторов турбин. Выбор основных параметров и режимов работы насосных станций при проектировании и эксплуатации. Выбор числа насосов их расчетных подач и напоров. Выбор типа циркуляционных насосов. Выбор отметки установки насоса.

### Практические занятия, их содержание и объем в часах

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, ч	
			очная	заочная
1.	Теоретические основы гидроэнергетики	Водноэнергетические расчёты при проектировании малых ГЭС (4 часа) Расчёты по годовичному и суточному регулированию стока реки для ГЭС (4 часа)	8	
2.	Гидроэнергетическое оборудование ГЭС	Выбор гидротурбин для малых ГЭС. (2 часа) Гарантированный диапазон режимов работы гидротурбины (2 часа) Определение основных параметров гидрогенератора (4 часа)	8	4
		<b>И Т О Г О</b>	16	4

### Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, ч	
			очная	заочная
1.	Теоретические основы гидроэнергетики	Расчет и построение напорных и энергетических характеристик ГЭС	4	
		Расчет суточного режима работы ГЭС и ТЭС по ИКН	4	
		Исследование модели водохранилища ГЭС	4	
2.	Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций	Управление агрегатами ГЭС	4	4
		Исследование режимов работы Чижовской ГЭС	2	
		<b>И Т О Г О</b>	18	4

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### для дневной формы получения высшего образования

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятия	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов		
1	2	3	4	5	6	7	9	10
	<b>Введение</b> Предмет и задачи дисциплины. Гидроэнергетика как отрасль энергетики и техническая наука. Краткий исторический очерк	2	2	-	-	-	[1–5]	-
1	<b>Схемы использования водной энергии</b> <i>Водные ресурсы.</i> Территориальное распределение стока рек РБ. Использование водных ресурсов для нужд населения, промышленности и сельского хозяйства. Водопотребители и водопользователи. Проблемы комплексного использования водных ресурсов. Роль гидроэнергетики в комплексном использовании водных ресурсов. Охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения. Гидроэнергетика: проблемы и перспективы развития в РБ.  <i>Типы гидроэнергетических установок</i> (ГЭУ) и их назначение. Гидроэлектрические станции (ГЭС), насосные станции (НС), гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), приливные станции (ПЭС). Напор, расход и мощность ГЭУ. Технологический процесс получения, преобразования и использования гидравлической энергии разными типами гидроэнергетических установок (ГЭС, НС, ГАЭС, ПЭС). Малая, мини- и микрогидроэнергетика.  <i>Схемы использования водной энергии.</i> Основные схемы – плотинная, деривационная, комбинированная. Сложные и особые схемы (переброска стока в смежные бассейны, использование перепадов на ирригационных каналах). Каскады ГЭС и водохранилищ	4	4	-	-	-	[1– 3,6]	Заслуши- вание докладов, демонстр ация презентац ий
2	<b>Теоретические основы гидроэнергетики</b> <b>Правила выполнения схем.</b> <i>Гидрологическая информация и ее использование в гидроэнергетике.</i> Климатическая и гидрологическая характеристики территории бассейна реки. изученность, сведения о водном и ледовом режиме, сведения о твёрдом стоке, гидрологические расчёты. Речной сток и гидроэнергетические ресурсы. Гидроэнергетический потенциал речного стока. Методы подсчета гидроэнергетических ресурсов. Потенциальные запасы гидроэнергии. Технические запасы гидроэнергии и экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов. <i>Регулирование стока.</i> Виды регулирующего – суточное, недельное, годовое, многолетнее. Способы создания и возможности использования водохранилищ для регулирования стока. Полный, полезный и мертвый объем водохранилища. Годичное регулирование постоянного, переменного расхода воды и мощности ГЭС. Регулирование расхода воды при	32	12	8	12	-	[1,3,5, 6]	Заслуши- вание докладов, демонстр ация презентац ий



4	<p><b>Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций</b>  <i>Основы систематизации гидроэлектростанций.</i> Типизация гидроэнергетических объектов. Классификация гидроузлов и зданий ГЭС. Функциональные группы технологического оборудования гидроэнергетических установок. <i>Гидротурбинное оборудование и рекомендации по его выбору.</i> Стандартизация турбинного оборудования. Классификация гидротурбин. Энергетические характеристики и приведенные величины. Основные параметры гидроэнергетической установки. Выбор основных параметров турбинного оборудования. Гарантированный диапазон режимов работы гидротурбины. Кавитация, высота отсасывания и выбор отметки рабочего колеса. <i>Электромашинное оборудование.</i> Общие сведения о гидрогенераторах. Принцип работы гидрогенератора. Основные параметры гидрогенератора. Технические требования по выбору электромашинного оборудования ГЭС. Типы генераторов вертикального исполнения. Конструкции и системы вертикальных генераторов. Определение геометрических параметров гидрогенератора.  <i>Вспомогательное оборудование ГЭС:</i> масляное хозяйство гидроагрегатов и трансформаторов; пневматическое хозяйство; техническое водоснабжение; противопожарное водоснабжение технологического оборудования; системы водоотведения из проточного тракта гидротурбины и дренажных колодцев.  <i>Механическое и крановое оборудование ГЭС:</i> сороудерживающие решетки и средства их очистки; затворы водоприемников, отсасывающих труб и механизмы для их обслуживания; предтурбинные затворы; крановое оборудование машинного зала ГЭС.  <i>Эксплуатация основного и вспомогательного оборудования ГЭС.</i> Автоматизация ГЭС. Объекты автоматизации. Системы регулирования гидроагрегатов. Маслонапорная установка системы регулирования гидротурбин</p>	20	6	8	6		[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
5	<p><b>Насосные станции технического водоснабжения тепловых и атомных электростанций</b>  Системы технического водоснабжения электростанций. Насосы и электродвигатели. Коэффициент быстроходности и его влияние на габаритные размеры агрегатного блока. Компоновки и конструктивное исполнение насосных агрегатов. Осевые вертикальные насосы. Диагональные вертикальные насосы. Осевые и диагональные насосы с наклонным и горизонтальным валом. Центробежные насосы. Электродвигатели насосных агрегатов. Здания насосных станций. Нестационарные явления и динамические нагрузки в элементах насосных станций. Переходные процессы в системах охлаждения конденсаторов турбин. Выбор основных параметров и режимов работы насосных станций при проектировании и эксплуатации. Выбор числа насосов их расчетных подач и напоров. Выбор типа циркуляционных насосов. Выбор отметки установки насоса</p>	4	4				[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
6	<p><b>Современные компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании гидроэнергетических объектов</b>  Моделирование гидрологических рядов.</p>	2	2				[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций

	Математическое моделирование энергогидравлических процессов в водопроводящих трактах ГЭС. Трехмерное моделирование сооружений и оборудования при проектировании. Компьютерные технологии обоснования эффективности проектных решений							ация презентаций
	<b>ИТОГО</b>	68	34	16	18			

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ для заочной формы получения высшего образования

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятия	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов		
1	2	3	4	5	6	7	9	10
	<b>Введение</b> Предмет и задачи дисциплины. Гидроэнергетика как отрасль энергетики и техническая наука. Краткий исторический очерк	0,5	0,5	-	-	-	[1–5]	-
1	<b>Схемы использования водной энергии</b> <i>Водные ресурсы.</i> Территориальное распределение стока рек РБ. Использование водных ресурсов для нужд населения, промышленности и сельского хозяйства. Водопотребители и водопользователи. Проблемы комплексного использования водных ресурсов. Роль гидроэнергетики в комплексном использовании водных ресурсов. Охрана водных ресурсов от истощения и загрязнения. Гидроэнергетика: проблемы и перспективы развития в РБ. <i>Типы гидроэнергетических установок</i> (ГЭУ) и их назначение. Гидроэлектрические станции (ГЭС), насосные станции (НС), гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), приливные станции (ПЭС). Напор, расход и мощность ГЭУ. Технологический процесс получения, преобразования и использования гидравлической энергии разными типами гидроэнергетических установок (ГЭС, НС, ГАЭС, ПЭС). Малая, мини- и микрогидроэнергетика. <i>Схемы использования водной энергии.</i> Основные схемы – плотинная, деривационная, комбинированная. Сложные и особые схемы (переброска стока в смежные бассейны, использование перепадов на ирригационных каналах). Каскады ГЭС и водохранилищ	1	1	-	-	-	[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
2	<b>Теоретические основы гидроэнергетики. Правила выполнения схем.</b> <i>Гидрологическая информация и ее использование в гидроэнергетике.</i> Климатическая и гидрологическая характеристики территории бассейна реки. Гидрографическая характеристика	2	2	-	-	-	[1,3,5,6]	Заслушивание докладов,

	<p>водосбора, гидрологическая изученность, сведения о водном и ледовом режиме, сведения о твёрдом стоке, гидрологические расчёты. Речной сток и гидроэнергетические ресурсы. Гидроэнергетический потенциал речного стока. Методы подсчета гидроэнергетических ресурсов. Потенциальные запасы гидроэнергии. Технические запасы гидроэнергии и экономический потенциал гидроэнергетических ресурсов. <i>Регулирование стока</i>. Виды регулирования – суточное, недельное, годовичное, многолетнее. Способы создания и возможности использования водохранилищ для регулирования стока. Полный, полезный и мертвый объем водохранилища. Годичное регулирование постоянного, переменного расхода воды и мощности ГЭС. Регулирование расхода воды при комплексном использовании водных ресурсов. Определение напора, мощности и годовой выработки электроэнергии. Многолетнее регулирование. Специальные виды регулирования – каскадное, компенсирующее. Применение методов математической статистики для обобщенных расчетов регулирования стока. Определение зависимости между объемом водохранилища, коэффициентом зарегулирования и обеспеченностью гарантированного расхода воды. <i>Использование ГЭС в энергосистеме, суточное и недельное регулирование</i>. Понятие об энергетических системах. Неограниченное суточное регулирование в характерные сезоны года. Ограничения суточного регулирования. Регулирование при ограниченном объеме водохранилища. Недельное регулирование. Колебания бьефов и потери энергии при суточном и недельном регулировании. Основы оптимизации работы ГЭС в энергосистемах. Резервы энергосистем и условия их размещения на гидроэлектростанциях. <i>Использование ГАЭС в энергосистеме</i>. Технологии гидравлического аккумулирования энергии. Технические схемы и параметры ГАЭС. Состав и типовые компоновки сооружений ГАЭС. Выбор схемы и оценка экономичности ГАЭС. Водноэнергетические параметры ГАЭС. Технико-экономическое обоснование мощности ГАЭС</p>						демонстрация презентаций
3	<p><b>Общие и специальные сооружения энергетических гидроузлов</b>  <i>Компоновка сооружений в речных гидроузлах</i>. Общие сведения о бетонных и железобетонных плотинах и требования к их проектированию. Плотины из грунтовых материалов: земляные, каменно-земляные и каменно-набросные плотины. Водосбросные и водопропускные сооружения. Водосбросы и водовыпуски речных гидроузлов. Здания ГЭС руслового и приплотинного типа. Основные сведения о составе сооружений деривационных ГЭС. Головной водозаборный узел, деривационные каналы, трубопроводы. Напорные бассейны и бассейны суточного регулирования. Конструкция и основное оборудование напорного бассейна. Водосбросы, шугосбросы и промывные устройства. Бассейны суточного регулирования.  <i>Неустановившиеся режимы ГЭС</i>. Теория и физические явления гидравлического удара. Прямой гидравлический удар. Непрямой удар. Распределение давления по длине трубопровода. Мероприятия по уменьшению давления при гидравлическом ударе. Уравнительные резервуары. Назначение и типы уравнительных резервуаров. <i>Трубопроводы гидроэнергетических установок (ГЭС, ГАЭС и НС)</i> Область применения железобетонных и стальных трубопроводов. Стальные трубопроводы и их конструкция. Трасса трубопровода и схемы прохода воды к турбинам ГЭС. Силы, действующие на трубопровод и его опоры. Основы расчета стальных трубопроводов. Определение</p>	4	2	-	2	[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций

	<p>среднекубического расхода трубопровода и потерь энергии. Определение экономически наивыгоднейшего диаметра. Анкерные и промежуточные опоры трубопровода. Железобетонные трубопроводы. Основы расчета железобетонных трубопроводов. Трубы из новых материалов.</p> <p>Эксплуатация гидротехнических сооружений, наблюдения за состоянием и работой гидросооружений, уход за гидросооружениями и их ремонт</p>							
4	<p><b>Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций</b></p> <p><i>Основы систематизации гидроэлектростанций.</i> Типизация гидроэнергетических объектов. Классификация гидроузлов и зданий ГЭС. Функциональные группы технологического оборудования гидроэнергетических установок. <i>Гидротурбинное оборудование и рекомендации по его выбору.</i> Стандартизация турбинного оборудования. Классификация гидротурбин. Энергетические характеристики и приведенные величины. Основные параметры гидроэнергетической установки. Выбор основных параметров турбинного оборудования. Гарантированный диапазон режимов работы гидротурбины. Кавитация, высота отсасывания и выбор отметки рабочего колеса. <i>Электромашинное оборудование.</i> Общие сведения о гидрогенераторах. Принцип работы гидрогенератора. Основные параметры гидрогенератора. Технические требования по выбору электромашинного оборудования ГЭС. Типы генераторов вертикального исполнения. Конструкции и системы вертикальных генераторов. Определение геометрических параметров гидрогенератора. <i>Вспомогательное оборудование ГЭС:</i> масляное хозяйство гидроагрегатов и трансформаторов; пневматическое хозяйство; техническое водоснабжение; противопожарное водоснабжение технологического оборудования; системы водоотведения из проточного тракта гидротурбины и дренажных колодцев. <i>Механическое и крановое оборудование ГЭС:</i> сороудерживающие решетки и средства их очистки; затворы водоприемников, отсасывающих труб и механизмы для их обслуживания; предтурбинные затворы; крановое оборудование машинного зала ГЭС. <i>Эксплуатация основного и вспомогательного оборудования ГЭС.</i> Автоматизация ГЭС. Объекты автоматизации. Системы регулирования гидроагрегатов. Маслонапорная установка системы регулирования гидротурбин</p>	5	1	4			[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
5	<p><b>Насосные станции технического водоснабжения тепловых и атомных электростанций</b></p> <p>Системы технического водоснабжения электростанций. Насосы и электродвигатели. Коэффициент быстроходности и его влияние на габаритные размеры агрегатного блока. Компоновки и конструктивное исполнение насосных агрегатов. Осевые вертикальные насосы. Диагональные вертикальные насосы. Осевые и диагональные насосы с наклонным и горизонтальным валом. Центробежные насосы. Электродвигатели насосных агрегатов. Здания насосных станций. Нестационарные явления и динамические нагрузки в элементах насосных станций. Переходные процессы в системах охлаждения конденсаторов турбин. Выбор основных параметров и режимов работы насосных станций при проектировании и эксплуатации. Выбор числа насосов их расчетных подач и напоров. Выбор типа циркуляционных насосов</p>	3	1	-	2		[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций

	Выбор отметки установки насоса							
6	<b>Современные компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании гидроэнергетических объектов</b> Моделирование гидрологических рядов. Математическое моделирование энергогидравлических процессов в водопроводящих трактах ГЭС. Трехмерное моделирование сооружений и оборудования при проектировании. Компьютерные технологии обоснования эффективности проектных решений	0,5	0,5	-	-		[1–3,6]	Заслушивание докладов, демонстрация презентаций
	<b>ИТОГО</b>	16	8	4	4			

### **Инновационные подходы и методы преподавания дисциплины**

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые, на практических и лабораторных занятиях

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЛИТЕРАТУРА**

### **Рекомендуемая литература**

#### **Основная**

1. Баран А. Н. Проектирование объектов возобновляемой энергетики: учеб. пособие / А. Н. Баран [и др.]. – Минск: РИВШ, 2020. – 440 с.
2. Гидроэнергетика: учебно-методич. пособие / сост. С. В. Артемчук. – Минск: МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2019. – 101 с.
3. Васильев, Ю. С. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Состав и выбор основных параметров: учеб. пособие. / Ю. С. Васильев, И. С. Саморуков, С. Н. Хлебников. – СПб. : СПбГТУ, 2002. – 134 с.
4. Карелин, В. Я. Сооружения и оборудование малых гидроэлектростанций / В. Я. Карелин, В. В. Волшаник. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.
5. Гидроэлектростанции малой мощности: учеб. пособие / под ред. В. В. Елистратова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 432 с.
6. Васильев Ю. С. Компьютерные технологии в научных исследованиях и проектировании объектов возобновляемой энергетики: учеб. Пособие /Ю. С. Васильев, Л. И. Кубышкин, И.Г. Кудрявцева; под общ. ред, Ю. С. Васильева. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2009. – 262 с.

7. Использование водной энергии: учебник для вузов. / под ред. Ю. С. Васильева. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 608 с.

### *Дополнительная*

8. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций: справочное пособие. – М. Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1. – 400 с.

9. Гидроэнергетическое и вспомогательное оборудование гидроэлектростанций: справочное пособие. под ред. Ю. С. Васильева, Д. С. Щавелева, – М.: Энергоатомиздат, 1990. – Т. 2.

10. Гидравлический расчет водопроводящих трактов гидроэнергетических установок: учеб. – метод. пособие / сост. С. В. Артемчук. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2010. – 102 с.

11. ГЭС на малой реке: методические указания к курсовой работе для студентов спец. С.03.02 Электрофикация и автоматизация сельского хозяйства / БГАТУ, кафедра гидравлики; сост.: С. В. Артемчук, Э. В. Костюченко. – Минск, 1997. – 66 с.

12. Новодережкин, Р. А. Насосные станции технического водоснабжения тепловых и атомных электростанций / Р. А. Новодережкин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.

13. Васильев Ю. С. Гидроаккумулирующие гидроэлектростанции / учеб. пособие / Ю. С. Васильев, Г. А. Претро. – Л. 1984, 74 с.

14. Нормы проектирования технологической части гидроэлектрических и гидроаккумулирующих электростанций: ВНТП 41-94. М.: Изд-во РАО России, 1994.

15. Резниковский А. Ш. Гидрологические основы гидроэнергетики /А.Ш. Резниковский, М. А. Великанов, С. Г. Костина, М.И. Рубинштейн. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 263 с.

16. Богославчик П. М., Круглов Г.Г. Проектирование и расчеты гидротехнических сооружений: Учеб. пособие для вузов/ П. М. Богославчик, Г. Г. Круглов – Минск: БНТУ, 2003. – 362с.

### **Средства обеспечения освоения дисциплины**

1. Компьютерные программы для проведения лабораторных работ по курсу «Гидроэнергетика».

2. Профессиональные компьютерные программы, например, FLOTRAN ANSYS, GAS DYNAMIC TOOL, MATHCAD. Компьютерные программы, разработанные в Вузе.

3. Презентации.

4. Учебно-методические пособия.

5. Учебные кинофильмы.

## **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА И СРЕДСТВАМ ДИАГНОСТИКИ**

В вузовской системе управления качеством образования (системе менеджмента качества по СТБ ИСО 9001:2001) осуществляется мониторинг, измерения, контроль качества.

Для аттестации студентов и выпускников на соответствие их персональных знаний и умений поэтапным или конечным требованиям стандарта создаются фонды оценочных средств и технологий, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и др.

Оценка знаний студента на курсовых экзаменах, при защите лабораторных и практических работ производится по 10-балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

Для контроля качества образования, в том числе применения компьютерного тестирования используются следующие средства диагностики:

- типовые задания;
- тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом;
- письменные контрольные работы;
- устный опрос во время лабораторных и практических занятий;
- составление рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- выступления студентов на практических занятиях;
- письменный экзамен, устный экзамен.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Математика	Кафедра физики и математики	нет	
Физика	Кафедра физики и математики	нет	
Механика жидкости и газа	Кафедра энергоэффективных технологий	Нет	
Энергопреобразующие машины	Кафедра энергоэффективных технологий	нет	

*Согласовано:*

Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

Л.А. Липницкий