

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
 Политехнический институт

Кафедра энергетики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИПТ



С.Б. Сапожков

«18» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
 учебной дисциплины (модуля)  
**Физико-химические процессы в энергетике**

по направлению подготовки бакалавриата  
 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника  
 направленность (профиль) – промышленная теплоэнергетика

СОГЛАСОВАНО  
 Начальник отдела  
 обеспечения деятельности ИПТ

 О.В. Ушакова

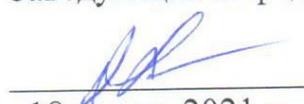
«18» июня 2021 г.

РАЗРАБОТАЛ  
 Д.т.н, профессор

 И.В. Швецов

«18» июня 2021 г.

Принято на заседании кафедры  
 Протокол № 13 от 18 июня 2021 г.  
 Заведующий кафедрой

 И.В. Швецов  
 «18» июня 2021 г.

### 1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Цель учебного модуля - формирование компетенций по методам оценки показателей надежности автоматизированных систем управления и обеспечения необходимой надежности при проектировании и эксплуатации систем управления. Также - дать студентам представления, знания, умения и навыки в вопросах надежности теплоэнергоустановок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности в качестве инженера-теплоэнергетика.

Задачи учебной дисциплины (модуля): знакомство обучающихся с основополагающими знаниями в области анализа, построения альтернативных моделей и расчета характеристик надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем, способов оптимального резервирования, расчета надежности программного обеспечения автоматических и автоматизированных систем управления.

### 2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Учебная дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной образовательной программы направления подготовки. Изложение материала является базой для направления: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника. Знания, полученные в процессе изучения учебного модуля, используются студентами при изучении специальных курсов при подготовке специалистов теплоэнергетиков, при изучении безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы. Индекс модуля Б3.В2. Модуль базируется на следующих модулях: «Химия» и «Физика». Формируемые компетенции определяются Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника.

### 3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать особенности систематизации информации, полученной из разных источников и методы ее критического анализа	Уметь выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами, практиками и определять противоречия, возникающие в данных связях и отношениях; применять системный подход в интеллектуальной деятельности	Владеть навыками анализа и синтеза научной информации; навыками логической аргументации выводов и суждений в решении профессиональных задач

## 4 Структура и содержание учебной дисциплины

### 4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

#### 4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		5 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	<b>6</b>	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	<b>70</b>	70
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	<b>110</b>	110
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	<b>36</b>	36

#### 4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		7 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	<b>6</b>	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	<b>20</b>	20
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	<b>160</b>	160
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	<b>36</b>	36

## 4.2 Содержание учебной дисциплины

### Раздел №1. Методы и средства контроля в производственных процессах.

1.1 Современные методы исследований физико-химических процессов и явлений.

1.2 Современные методы контроля в производственных процессах.

1.3 Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток.

1.4 Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод.

### Раздел №2. Методы предварительной очистки и обработки воды.

2.1 Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод.

2.2 Физико-химические основы коагуляции природной воды и изменение ее химического состава.

2.3 Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках.

2.4 Основные закономерности ионного обмена.

2.5 Технология катионирования. Na-катионирование. H-катионирование.

2.6 Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного H-ОН-ионирования.

### Раздел №3. Термическое обессоливание и мембранные методы очистки воды.

3.1 Технология дистилляции воды в испарителях различных типов.

3.2 Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей.

3.3 Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов.

- 3.4 Диализ. Обратный осмос.
- 3.5 Процессы, протекающие в установках.
- 3.6 Характеристики мембран. Ионообменные мембраны.
- 3.7 Электродиализ.
- 3.8 Ультрафильтрация.

#### **Раздел №4. Удаление из воды растворимых газов.**

- 4.1 Процессы абсорбции и десорбции газов.
- 4.2 Технология деаэрации воды.
- 4.3 Технология декарбонизации воды.
- 4.4 Химические методы удаления из воды коррозионноагрессивных газов.

#### **Раздел №5. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами.**

5.1 Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами.

- 5.2 Магнитный метод обработки воды.
- 5.3 Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды

#### **Раздел №6. Водно-химический режим теплотехнического оборудования.**

6.1 Воднохимические режимы (ВХР) теплотехнических объектов.

6.2 Основные задачи ВХР. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.

6.3 Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте.

#### **Раздел №7. Физическое и математическое описание физико-химических процессов и явлений.**

7.1 Поверхностные явления. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Коагуляция.

7.2 Классификация коррозионных повреждений.

7.3 Физико-химические основы коррозии. Химическая коррозия. Электрохимическая коррозия.

7.4 Влияние внутренних и внешних факторов на протекание коррозионных процессов.

7.5 Коррозия конденсатно-питательного тракта, парообразующих труб и барабанов котлов во время эксплуатации, пароперегревателей, конденсаторов турбин.

### **4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы**

Таблица 4 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля	
		Аудиторная					
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР			
1	Методы и средства контроля в производственных процессах	4	6		1	15	Контрольный опрос
2	Методы предварительной очистки и обработки воды	4	6		1	15	Контрольный опрос
3	Термическое обессоливание и мембранные методы очистки воды	4	6		2	15	Контрольный опрос
4	Удаление из воды растворимых газов	4	6		2	15	Контрольный опрос
5	Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами.	4	6		2	15	Контрольный опрос
6	Водно-химический режим теплотехнического оборудования	4	6		2	15	Контрольный опрос
7	Физическое и математическое описание физико-химических процессов и явлений	4	6		2	20	Контрольный опрос

	<i>Промежуточная аттестация</i>	<i>Экзамен - 36</i>				
	<b>ИТОГО</b>	<b>28</b>	<b>42</b>		<b>12</b>	<b>110</b>

#### 4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ. Лабораторные работы не предусмотрены.

4.4.2 Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

### 5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 5 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость, АЧ
1.	Методы и средства контроля в производственных процессах	4
2.	Методы предварительной очистки и обработки воды	4
3.	Термическое обессоливание и мембранные методы очистки воды	4
4.	Удаление из воды растворимых газов	4
5.	Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами.	4
6.	Водно-химический режим теплотехнического оборудования	4
7	Физическое и математическое описание физико-химических процессов и явлений	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>28</b>

Таблица 6 - Методические рекомендации по организации практических занятий

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
Практическое занятие № 1. Определение высоты движущегося слоя активного угля в адсорбере для очистки сточной воды от фенола	6
Практическое занятие № 2. Определение объемного коэффициента массоотдачи в зернистом слое активного угля при удалении веществ загрязнителей из сточной воды	6
Практическое занятие № 3. Определение инерционного коэффициента осаждения пыли при обтекании потоком частиц нити фильтра	6
Практическое занятие № 4. Определение движущей силы процесса поглощения ацетона водой из воздуха	6
Практическое занятие № 5. Определение времени действия защитного слоя	6
Практическое занятие № 6. Определение необходимых размеров слоя насадки из колец Рашига, орошаемого раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$	6
Практическое занятие № 7. Определение изотермы адсорбции диэтилового эфира на активном угле по известной изотерме адсорбции	6
<b>Итого за 5 семестр:</b>	<b>42</b>

#### *Рекомендации к проведению практических занятий.*

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

#### **6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины**

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

#### **7 Условия освоения учебной дисциплины**

##### **7.1 Учебно-методическое обеспечение**

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

##### **7.2 Материально-техническое обеспечение**

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А  
(обязательное)

**Фонд оценочных средств**  
**учебной дисциплины «Физико-химические процессы в энергетике»**

**1 Структура фонда оценочных средств**

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

**2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации**

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	35	УК-1
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	35	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	35	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	35	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	35	
6	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	35	
7	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	40	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	<b>ИТОГО</b>		<b>300</b>	

**Рекомендации к использованию оценочных средств**

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	3-4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему: Что такое обратный осмос?

*Для обратного осмоса характерно:*

*а) процесс, в котором, при определённом давлении, растворитель (обычно вода) проходит через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении*

*б) процесс, в котором, при определённом давлении, растворитель (обычно масло) проходит через полупроницаемую мембрану из менее концентрированного в более концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении*

*в) процесс, в котором, при определённом объеме растворитель (обычно вода) проходит через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении*

## 1) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов	3 варианта	20 вопросов
Использование терминологии		
Наличие собственной точки зрения		
Демонстрация знания об основных понятиях дисциплины (модуля)		

Пример экзаменационного билета:

**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра энергетики и транспорта

**Экзаменационный билет № 1**

Учебная дисциплина (модуль) **Физико-химические процессы в энергетике**

Для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

- 1 Современные методы контроля в производственных процессах
- 2 Технология дистилляции воды в испарителях различных типов
- 3 Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

Принято на заседании кафедры «18» июня 2021 г. Протокол № 13

Заведующий кафедрой  (И.В. Швецов)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б  
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения  
учебной дисциплины «Физико-химические процессы в энергетике»**

Таблица Б.1 – Основная литература\*

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библиот. НовГУ
Дараселия Н.В., Швецов И.В. Газоаналитическое отображение физико-химических явлений в производственных процессах. [электронный ресурс] Монография. Великий Новгород. 2012. – 112 с.	все	18	10
Ефимова Е.И. Экологическое право России : Библиография (1958-2004 гг.): Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.К. Голиченкова. - М. : Городец, 2007. - 415, [1] с.	все	18	0
Ерофеев Б.В. Экологическое право России : Учеб. для вузов. - 20-е изд., перераб. и доп. - М. : Эксмо, 2007. - 463 с.	все	24	12

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. на каф.	Примечание
«Физико-химические процессы в энергетике»: [электронный ресурс] Методические указания и задание на выполнение контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Авт.-сост. И.В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2012	Лекции, практические занятия, СРС, РГР		17	ЭВ в НБ НовГУ режим доступа: www: <a href="http://novsu.bibliotech.ru">http://novsu.bibliotech.ru</a>

Лист внесения изменений в рабочую программу по модулю  
«Физико-химические процессы в энергетике» на 2021/2022 учебный год.

Протокол заседания КЭТ № 7 от 26.02.2021

**7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитории 4412, 4423 для проведения лекционных и практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска) помещение для самостоятельной работы 4421 (наличие компьютера, выход в Интернет)
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран

3.	Программное обеспечение	
<b>Наименование программного продукта</b>	<b>Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)</b>	<b>Дата выдачи</b>
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

### Приложение В

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
<b>Профессиональные базы данных</b>		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» <a href="https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/">https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/</a>	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) <a href="http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/">http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/</a>	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a> Коллекция: Легендарные книги	Договор №63/юс от 20.03.2018	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>	Договор № 4431/05/ЕП(У)21 от 17.03.2021	31.12.2021
Электронная база данных «Издательство Лань» <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Договор № 37/ЕП(У)21 от 17.03.2021	11.01.2022
Национальная электронная библиотека (НЭБ) <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина <a href="https://www.prilib.ru/">https://www.prilib.ru/</a>	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science <a href="https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search">https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search</a> <a href="https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic">https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic</a>	регистрация (территория вуза)	2022
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <a href="http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/">http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/</a>	в открытом доступе	-

База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» <a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	в открытом доступе	-
<b>Информационные справочные системы</b>		
Университетская информационная система «РОССИЯ» <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <a href="https://openedu.ru">https://openedu.ru</a>	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <a href="http://protect.gost.ru/">http://protect.gost.ru/</a>	в открытом доступе	-
Портал открытых данных Российской Федерации <a href="https://data.gov.ru">https://data.gov.ru</a>	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) <a href="http://www.consultant.ru/edu/">www.consultant.ru/edu/</a>	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой  И.В. Швецов

«18» июня 2021 г. Протокол № 13

Приложение В  
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы  
учебной дисциплины «Физико-химические процессы в энергетике»**

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.

Протокол № \_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Разработчик: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.

Протокол № \_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Разработчик: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа актуализирована на 20\_\_/20\_\_ учебный год.

Протокол № \_\_ заседания кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Разработчик: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав. кафедрой	Подпись