

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.09**

Энергосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Учебный план: ФГОС3++m180402-12\_23-12.plx

Кафедра: 31 Охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Направление подготовки: 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической (специальность) технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: Охрана окружающей среды и рациональное использование (специализация) природных ресурсов

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
3	УП	17	34	57	36	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	
Итого	УП	17	34	57	36	
	РПД	17	34	57	36	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 909

Составитель (и):

старший преподаватель

Васильева Е.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов

Шанова О.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области энергосбережения в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и повышения энергоэффективности технологических процессов.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- изучение особенностей энергопотребления и распределения энергоресурсов на химико- нефте- и биотехнологических производствах;
- изучение практики применения способов инженерного расчета энергопотребления и потерь энергии в различных технологиях, способов оценки уровня энергосбережения, способов оценки и разработки наилучших доступных энергосберегающих технологий переработки сырьевых материалов и сокращения образования отходов, выбросов и сбросов;
- изучение характера формирования взаимосвязей в системе сырье – процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии – энергия – окружающая среда;
- закрепление на конкретных примерах знаний по разработке и организации технологии и производства в соответствии с природоохранным законодательством на основе системного анализа эколого-энергетических критериев, рассмотрения их во взаимосвязи с расходом энергии, образованием загрязняющих веществ и качеством окружающей среды;
- закрепление знаний по разработке и организации технологических процессов на основе системного анализа с учетом минимально возможного использования материально-сырьевых и энергетических ресурсов.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Моделирование технологических и природных систем

Современные проблемы в области охраны окружающей среды

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-3: Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку**

**Знать:** источники получения и преобразования энергии; основные источники потребления и потерь энергии в процессах химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; методы и способы расчета потерь энергии.

**Уметь:** рассчитывать потери энергии; оценивать уровень энергосбережения на предприятии, уровень использования энергии в системах обращения с отходами и переработки выбросов и сбросов.

**Владеть:** способами оценки уровня энергосбережения на предприятии и выбора наилучших энергосберегающих технологий.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Общие положения в области энергосбережения	3					
Тема 1. Нормативные требования в области энергосбережения и энергетической эффективности производственных процессов. Понятия энергосбережения и энергоэффективности. Анализ нормативных документов. Энергетическая стратегия России. Классификация и учет энергоресурсов.		2		4	ГД	
Тема 2. Наилучшие доступные технологии по повышению энергоэффективности и использованию потенциала энергосбережения. ИТС 48-2017 "Повышение энергетической эффективности при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности". Взаимосвязь ИТС 48-2017 и отраслевых ИТС. Анализ энергопотребления на предприятиях различных отраслей, относящихся к 1 категории НВОС. Индикаторы энергоэффективности и энергосбережения. Методы НДТ по повышению энергоэффективности и использованию потенциала энергосбережения.		3		10		О
Раздел 2. Энергосбережение при выборе технологий и способов очистки выбросов и сбросов						
Тема 3. Технологии очистки выбросов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Оптимизация систем очистки. Энергопотребление основного и вспомогательного оборудования. Пути снижения энергопотребления ГОУ и ПУ. Практическая работа "Оптимизация энергозатрат при проектировании пылеулавливающих установок".		2	6	4		О

<p>Тема 4. Технологии очистки сбросов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.</p> <p>Оптимизация систем водоподготовки и очистки сточных вод. Энергопотребление основного и вспомогательного оборудования. Пути снижения энергопотребления установок.</p> <p>Практическая работа "Оптимизация энергозатрат при проектировании установок по очистке сточных вод".</p>	2	4	4	ИЛ	
<p>Раздел 3. Энергосбережение и повышение энергоэффективности за счет ВЭР</p>					
<p>Тема 5. Вторичные энергетические ресурсы.</p> <p>Классификация ВЭР. Анализ степени вовлечения в хозяйственный оборот. Анализ резервов повышения энергоэффективности за счет ВЭР в различных отраслях промышленности.</p>	2		8		
<p>Тема 6. Тепловые ВЭР.</p> <p>Источники тепловых ВЭР. Идентификация, учет и оценка потенциала тепловых ВЭР. Способы использования тепловых ВЭР.</p> <p>Практическая работа "Рекуперация тепловой энергии из вентиляционных выбросов"</p>		8	4		О
<p>Тема 7. Горючие ВЭР.</p> <p>Отходы производства и потребления в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и их энергетический потенциал. Диаграмма Таннера. Термические методы обращения с отходами. ИТС 9-2015 "Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)".</p> <p>Практическая работа "Использование горючих ВЭР для экономии замещаемого топлива".</p>		4	6	ГД	
<p>Раздел 4. Энергосбережение и повышение энергоэффективности за счет АИЭ</p>					
<p>Тема 8. Альтернативные (возобновляемые) источники энергии.</p> <p>Классификация АИЭ. Анализ степени вовлечения АИЭ в хозяйственный оборот. Анализ резервов повышения энергоэффективности за счет АИЭ в различных отраслях промышленности.</p>	2		8	ГД	О

Тема 9. Комплексное преобразование энергии из альтернативных источников. Комбинированные электростанции. Использование солнечной энергии для тепло- и электроснабжения зданий и сооружений. Использование ветровой энергии для электроснабжения зданий и сооружений. Использование геотермальной энергии для тепло- и электроснабжения зданий и сооружений. Практическая работа "Система тепло-электроснабжения зданий и сооружений за счет АИЭ".			8	4		
Раздел 5. Экологические аспекты энергосберегающих технологий и энергетический менеджмент						
Тема 10. Экологические аспекты применения энергосберегающих технологий. Негативные и позитивные воздействия на окружающую среду при внедрении НДТ, применении ВЭР, АИЭ. Экологические риски. Практическая работа "Расчет рисков и степени их снижения при применении технологий, повышающих энергоэффективность производства".		2	4	3		0
Тема 11. Система энергетического менеджмента (СЭНМ). Принципы СЭНМ. Модель СЭНМ. Инструменты и методы СЭНМ. Аудит СЭНМ.		2		2	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)			2,5	33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>			53,5	90,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	Перечисляет основные источники энергии получения и способы её преобразования, основные объекты и процессы потребления и потерь энергии в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Правильно выбирает и применяет методики расчета потерь энергии, степени вовлечения энергоресурсов, критериев энергоэффективности и результатов энергосбережения. Демонстрирует способность верно выбирать наилучшие доступные технологии с учетом экономических, экологических, социальных и	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

## 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Обучающийся дает полный, исчерпывающий ответ, показывающий всестороннее и глубокое знание основных закономерностей в области изучаемой тематики. Демонстрирует творческий подход и применение эрудиции в изложении учебного материала.</p> <p>Демонстрирует правильное понимание условия практико-ориентированной задачи, владение навыками её анализа, выбора нужных зависимостей для её решения. Может интерпретировать полученный при решении задачи результат.</p>	Не предусмотрено
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает достаточный уровень знаний закономерностей в области изучаемой тематики, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные ошибки при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.</p> <p>Демонстрирует достаточное понимание условия практико-ориентированной задачи, владение навыками её анализа, выбора нужных зависимостей для её решения. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.</p>	Не предусмотрено
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, без углубления в изучаемый материал; знаком с основными нормативными требованиями; допускает ошибки в ответе на экзамене.</p> <p>Обучающийся вникает в смысл практико-ориентированной задачи, верно понимает общий план ее решения, однако не может в полной мере реализовать ее решение и получить верный результат. Испытывает сложности с интерпретацией результатов расчета.</p>	Не предусмотрено
2 (неудовлетворительно)	<p>Обучающийся не понимает поставленных вопросов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; не знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся отказывается отвечать на вопросы.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p> <p>Обучающийся не может</p>	Не предусмотрено

	проанализировать условие практико-ориентированной задачи, наметить план ее решения, выбрать закономерности, плохо ориентируется в физических величинах. Обучающийся отказывается от выполнения задания.	
--	---	--

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Энергетическая стратегия и государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности»
2	Основные положения законодательства, стандартов и руководящих документов в области энергосбережения и энергоэффективности
3	Классификация энергоресурсов. Сравнительная характеристика энергоресурсов
4	Наилучшие доступные технологии. Отнесение энергосберегающей технологии, относящейся к НДТ
5	Индикаторы энергосбережения и энергоэффективности. Методы повышения энергоэффективности
6	Энергосбережение при очистке выбросов в атмосферу в химической технологии
7	Энергосбережение при возврате очищенных выбросов в помещение (рекуперация тепла)
8	Энергосбережение при проектировании установок по очистке сточных вод в химической технологии
9	Вторичные энергоресурсы. Классификация, требования. Отходы запрещенные к захоронению
10	Вторичные энергоресурсы. Тепловые ВЭР. Рекуперация тепла из вентвыбросов
11	Вторичные энергоресурсы. Горючие ВЭР. Классификация методов сжигания
12	Сжигание горючих ВЭР (древесных или иных отходов производства)
13	Альтернативная энергетики. Основные положения ветровой энергетики. Опыт применения
14	Альтернативная энергетики. Основные положения солнечной энергетики. Опыт применения
15	Альтернативная энергетики. Основные положения геотермальной энергетики
16	Комбинированные установки с использованием альтернативных источников энергии
17	Энергетический менеджмент на предприятиях (ИТС 48-2017 и ГОСТ Р ИСО 50000)
18	Экологические аспекты применения энергосберегающих технологий
19	Анализ рисков и степени их снижения при применении энергоэффективных и энергосберегающих технологий

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Деревообрабатывающий участок оборудован системой смешанной вентиляции (приточная – естественная, вытяжная – местная механическая). Кратность обновления – 4. Деревообрабатывающий участок оснащен станками: токарный – 2 шт., сверлильный – 1 шт., фрезерный – 1 шт. Минимальное количество удаляемого: 1 токарный – 700 м<sup>3</sup>/ч, 1 сверлильный – 500 м<sup>3</sup>/ч, 1 фрезерный – 700 м<sup>3</sup>/ч. (Запыленность от токарного станка 1,2 г/м<sup>3</sup>, от сверлильного – 1,5 г/м<sup>3</sup>, фрезерного – 2,5 г/м<sup>3</sup>). Воздух, удаляемый через систему местной вентиляции проходит очистку в двухступенчатой установке (1 ступень – циклон ( $\eta=96\%$ ), 2 – рукавный фильтр ( $\eta=99\%$ )). Температура наружного воздуха (-6,0) °С. Определить, обеспечивается ли требуемая степень очистки выбросов. Рассчитать среднемесячную экономию энергии на подогрев приточного воздуха в случае рекуперации тепла отходящих газов. Кратность воздухообмена принимать не менее 20.

2. Рассчитать экономию замещаемого топлива в течение года при использовании горючего ВЭР - древесных отходов. Годовой выход древесных отходов - 18 т/год. Зольность древесных отходов 3,5%. Влажность древесных отходов 9%. КПД утилизационной установки – 0,72. КПД замещаемой котельной установки – 0,88.

3. Рассчитать максимальную годовую мощность, вырабатываемую вертикальной ветроэнергетической установкой Горлова, если высота башни ВЭУ 70 м, высота ротора 6,5 м, КПД ротора и электрооборудования – 0,7. Скорость ветра на высоте 10 м - 8 м/с, а температура воздуха 16 °С. В радиусе 10 метров от ВЭУ расположено несколько деревьев высотой до 6 метров.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В экзаменационном билете три вопроса: два вопроса теоретических и один – практико-ориентированная задача.

На подготовку ответа дается не более 30 минут.

После этого студент отвечает преподавателю на вопросы билета.

Преподаватель, для уточнения глубины овладения материалом, вправе задать дополнительный вопрос по пройденному за семестр материалу.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Васильева, Е. А.	Альтернативные источники энергии	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2018	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/102503.html">http://www.iprbooks.hop.ru/102503.html</a>
Максимчук, О. В., Першина, Т. А.	Управление энергоэффективностью	Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/73619.html">http://www.iprbooks.hop.ru/73619.html</a>
Климова, Г. Н.	Энергосбережение на промышленных предприятиях	Томск: Томский политехнический университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/34743.html">http://www.iprbooks.hop.ru/34743.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Л.М. Исянов, Е.А. Васильева	Теоретические основы очистки и обезвреживания промышленных выбросов и сбросов [Текст] Ч. 3 : учеб. пособие	М-во науки и высшего образования, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1570807708.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1570807708.pdf</a>
Стоянов, Н. И., Смирнов, С. С., Смирнова, А. В.	Использование вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии. Энергоаудит	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2019	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/92693.html">http://www.iprbooks.hop.ru/92693.html</a>
Стоянов, Н. И., Воронин, А. И., Стоянов, А. Г., Шагров, А. В.	Комплексное энергоснабжение обособленных объектов от солнечной энергии	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/63213.html">http://www.iprbooks.hop.ru/63213.html</a>
Логачёв, И. Н., Логачёв, К. И., Аверкова, О. А.	Энергосбережение в аспирации	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика	2013	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/28925.html">http://www.iprbooks.hop.ru/28925.html</a>
Посашков, М. В., Немченко, В. И., Титов, Г. И.	Энергосбережение в системах теплоснабжения	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/29799.html">http://www.iprbooks.hop.ru/29799.html</a>

Бирюзова, Е. А., Викторова, О. Л., Гречишкин, А. В.	Повышение энергоэффективности зданий и сооружений	Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/23104.html">http://www.iprbookshop.ru/23104.html</a>
---	---	--	------	---

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru/>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

Реферативная и справочная база данных рецензируемой литературы Scopus [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scopus.com>

Официальный интернет-портал правовой информации (федеральная государственная информационная система) [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru>

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования [Электронный ресурс]. URL: <https://rpn.gov.ru/>

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru/>

Бюро наилучших доступных технологий (Бюро НДТ) [Электронный ресурс]. URL: <http://burondt.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска