



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
и методической работе

Б.В. Пекарёвский

2018



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭНЕРГО- И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЮ В  
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ И НЕФТЕХИМИИ»**

Санкт-Петербург  
2018

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1.1. Общие сведения по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации (далее – программа) «Современные подходы к энерго- и ресурсосбережению в нефтепереработке и нефтехимии»:**

Предшествующий уровень образования слушателя	–	среднее профессиональное, высшее образование
Срок освоения (продолжительность обучения)	–	18 часов
Форма обучения	–	очная
Форма итоговой аттестации	–	зачет

**1.2 Цель программы:** совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации работника (слушателя) в области энерго- и ресурсосбережения на предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли.

Описание перечня профессиональных компетенций, в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

- готовность обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения;
- умение выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

### **1.3. Учет в содержании программы профессиональных стандартов:**

- в программе учитывается профессиональный стандарт «Специалист по химической переработке нефти и газа» для следующих трудовых функций: В/06.6 (Разработка и совершенствование технологий производства продукции); В/07.6 (Контроль работы технологических объектов); В/10.6 (Разработка предложений по обеспечению качества выпускаемых компонентов и продукции).

Профессиональный стандарт утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21.11.2014 N 926н (ред. от 12.12.2016) "Об утверждении профессионального стандарта "Специалист по химической переработке нефти и газа" (Начало действия редакции - 28.01.2017).

### **1.4. Учет в содержании программы квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям, профессиям и специальностям:**

- в программе учитываются квалификационные требования, указанные в Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих: для должности руководителей - главный технолог; для должности специалистов - инженер-технолог (технолог).

Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих утвержден Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 N 37 в ред. от 27.03.2018 (Начало действия редакции - 27.03.2018).

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения программы слушатель должен:

**знать:**

- основные понятия энергоресурсосбережения;
- подходы к анализу энергетической эффективности на предприятиях нефтепереработки;
- технологию переработки нефти (для следующих трудовых функций: В/06.6; В/07.6; В/10.6):
  - эффективность процессов первичной перегонки нефти;
  - эффективность термokatалитических процессов переработки нефтяных фракций,
  - эффективность компаундирования и получения товарной продукции;
- технические требования, предъявляемые к сырью, материалам и готовой продукции (квалификационные требования для должности руководителей - главный технолог; для должности специалистов - инженер-технолог (технолог));

**уметь:**

- классифицировать товарно-сырьевые потоки нефтеперерабатывающего производства в соответствии с физико-химическими характеристиками;
- анализировать возможность выпуска товарной продукции заданного ассортимента по различным критериям;

**владеть навыками:**

- определения физико-химических свойств сырьевых и товарных фракций нефтеперерабатывающего производства в соответствии с нормами технического регламента;
- оценки эффективности компаундирования товарной продукции по экономическому критерию.

### 3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Учебный план программы «Современные подходы к энерго- и ресурсосбережению в нефтепереработке и нефтехимии»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	В том числе:		Формы контроля*
			лекции	практические и лабораторные занятия	
1	Введение	1	1		
2	Технические требования, предъявляемые к сырью, материалам и готовой продукции	3	1	2	
3	Технология переработки нефти:	10	8	2	
3.1	Эффективность процессов первичной перегонки нефти	2	2		
3.2	Эффективность термokatалитических процессов переработки нефтяных фракций	3	3		
3.3	Эффективность компаундирования и получения товарной продукции	5	3	2	
4	Пути повышения уровня энерго- и ресурсосбережения в нефтеперерабатывающем производстве	2	2		
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

\* - промежуточная аттестации и текущий контроль в программе не предусмотрены

#### 4. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Календарный учебный график\* дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Современные подходы к энерго- и ресурсосбережению в нефтепереработке и нефтехимии»

Дата занятий	День недели	Планируемое время проведения занятий	Кол-во часов	Фамилия, инициалы преподавателя
	Понедельник	9-30 – 16-45	4 4	
	Вторник	9-30 – 16-45	4 4	
	Среда	9-30 – 12-45	2	
Итого			18	

Перерыв на питание \_\_\_\_ минут: с \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_

\* - Примерное расписание занятий. В расписании (день недели, планируемое время проведения занятий, количество часов) возможны изменения.

## **5. РАБОЧАЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ), РАЗДЕЛОВ, ТЕМ**

### **5.1. Темы и содержание лекций**

#### **Раздел 1. Введение. – 1 ч.**

Общие подходы к оценке энергоэффективности на НПЗ. Методология сбора и анализа данных. Критерии энергоэффективности.

#### **Раздел 2. Технические требования, предъявляемые к сырью, материалам и готовой продукции – 1 ч.**

Химический состав нефти, газоконденсатов и нефтепродуктов. Фракционный состав нефти и нефтепродуктов, способы его определения. Потенциальное содержание фракций в нефти. Элементный состав нефти и нефтепродуктов. Группы и классы органических соединений, входящих в состав нефти и газоконденсатов. Их распределение по фракциям, влияние на эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Серо-, азот- и кислородсодержащие соединения нефти, их типы, содержание в нефти, распределение по фракциям, влияние на качество и эксплуатационные свойства нефтепродуктов, нормы на содержание в товарных продуктах. Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Низкотемпературные свойства нефти: температура застывания, помутнения и начала кристаллизации.

Товарные нефтепродукты, свойства, применение и требования стандартов к их качеству. Товарная классификация нефтепродуктов, области их применения. Жидкие топлива. Бензины, их ассортимент. Эксплуатационные свойства. Работа двигателя и сгорание топлива. Октановое число. Антидетонаторы. Требования к фракционному составу и упругости паров. Химическая стабильность. Антикоррозионные свойства. Авиационное топливо. Требования к фракционному составу, плотности, теплоте сгорания, низкотемпературным свойствам и другим показателям качества. Дизельные топлива и их ассортимент. Эксплуатационные свойства. Цетановое число. Дизельный индекс. Требования к составу и качеству дизельного топлива. Присадки. Котельные, печные топлива. Сжиженные газы. Битумы.

#### **Раздел 3. Технология переработки нефти.**

##### **Тема 3.1. Эффективность процессов первичной перегонки нефти. – 2 ч.**

Подготовка нефти к переработке. Назначение и сущность методов стабилизации нефти. Назначение и сущность процессов обессоливания и обезвоживания. Нормы на содержание воды и солей в нефтях, поступающих на нефтегазоперерабатывающие заводы. Обезвоживание и обессоливание нефтей на установках ЭЛОУ. Технологическая схема ЭЛОУ. Основная аппаратура.

Первичная перегонка нефти. Назначение первичной перегонки нефти и ассортимент получаемых продуктов. Способы разделения нефти на фракции (перегонка и ректификация). Простые и сложные ректификационные колонны. Подготовка сырья для первичной переработки нефти. Вакуумная перегонка мазута. Способы понижения температуры кипения нефтяных фракций. Технологическая схема атмосферно-вакуумной трубчатки (АВТ). Материальные потоки. Характеристика основной аппаратуры, режим работы. Технико-экономические показатели работы установок первичной перегонки нефти.

Вторичная перегонка нефтяных фракций. Назначение вторичной перегонки нефтяных фракций. Технологическая схема вторичной перегонки бензина. Технологический режим и целевые продукты. Требования техники безопасности при работе на установках вторичной переработки нефти.

### **Тема 3.2. Эффективность термокаталитических процессов переработки нефтяных фракций. – 3 ч.**

Каталитический крекинг. Основные представления о катализе. Свойства катализаторов каталитического крекинга. Промышленные катализаторы каталитического крекинга. Механизм каталитического крекинга. Коксообразование и регенерация катализатора. Сырье каталитического крекинга. Параметры процесса: температура, давление, объемная скорость, кратность циркуляции катализатора, тепловой эффект. Продукты каталитического крекинга. Типы установок. Технологическая схема установки каталитического крекинга. Устройство реактора и регенератора. Материальный баланс. Требования техники безопасности и меры по охране окружающей среды. Перспективы развития процессов каталитического крекинга.

Каталитический риформинг. Назначение каталитического риформинга. Химизм процесса. Катализаторы риформинга, их состав, свойства. Сырье и продукты каталитического риформинга. Влияние фракционного и химического состава сырья на выход и октановое число бензина. Влияние серо-, азот- и кислородсодержащих примесей в сырье на продолжительность работы катализатора риформинга. Регенерация катализатора. Параметры процесса: тепловой эффект реакции, температура, объемная скорость, давление и кратность циркуляции водородсодержащего газа. Типы установок каталитического риформинга. Технологическая схема процесса. Материальный баланс. Устройство реакторов риформинга. Эксплуатация установок каталитического риформинга. Техничко-экономические показатели различных типов установок каталитического риформинга.

Гидроочистка и гидрокрекинг. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке (гидроочистка и гидрокрекинг). Назначение гидроочистки. Химизм процесса. Основные параметры: температура, объемная скорость подачи сырья, давление, кратность циркуляции водородсодержащего газа, тепловой эффект реакции. Катализаторы гидроочистки и требования к ним. Срок службы. Гидроочистка бензиновых, керосиновых, дизельных фракций. Технологическая схема процесса. Основная аппаратура установки. Материальный баланс. Гидроочистка вакуумных дистиллятов. Требования техники безопасности и меры по охране окружающей среды. Гидрокрекинг дистиллятов. Назначение процесса. Химизм процесса гидрокрекинга. Катализаторы гидрокрекинга. Сырье и продукты процесса. Параметры процесса и их влияние на качество и выход продукции. Технологическая схема и материальный баланс процесса. Аппаратура. Требования техники безопасности и меры по охране окружающей среды. Перспективы развития гидрогенизационных процессов в нефтепереработке.

### **Тема 3.3. Эффективность компаундирования и получения товарной продукции – 3ч.**

Получение товарных топлив. Компонентный состав авиационных и автомобильных топлив. Их приготовление. Экологически чистые топлива.

### **Раздел 4. Пути повышения уровня энерго- и ресурсосбережения в нефтеперерабатывающем производстве. – 2 ч.**

Комбинированные процессы переработки нефти по топливному варианту. Экономическая целесообразность комбинированных процессов переработки нефти. Состав комбинированных установок. Пример одной из комбинированных схем переработки нефти по топливному варианту. Товарный баланс.

Основные направления развития ресурсо- и энергосберегающих технологий. Мероприятия по обеспечению экологической безопасности технологических процессов и охрана окружающей среды. Использование экологически чистых и безотходных производств.

### 5.2. Содержание практических занятий

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
3.3	Оценка эффективности компаундирования товарной продукции по экономическому критерию	2
Всего		2

### 5.3. Содержание лабораторных занятий

№ темы	Содержание занятия	Объем, час
2.1	Определение физико-химических свойств сырьевых и товарных фракций нефтеперерабатывающего производства в соответствии с нормами технического регламента	2
Всего		2



## 6. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ, ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 6.1. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется в форме зачета в виде устного ответа по основным разделам и темам программы.

### 6.2. Вопросы к итоговой аттестации по освоению программы

1. Что понимается под устойчивым развитием и жизненным циклом.
2. Понятие ресурсов и ресурсосбережения.
3. Понятие энергосбережения.
4. Понятие ресурсосберегающей технологии.
5. Энергетические потери в обрабатывающей промышленности.
6. Номенклатура и характеристики сырья и товарной продукции НПЗ
7. Обезвоживание и обессоливание. Принцип работы электродегидратора. Схема ЭЛОУ.
8. Устройство сложной колонны.
9. Фракции, получаемые на установке АВТ; выход светлых нефтепродуктов; глубина переработки нефти.
10. Схема установки АВТ; назначение колонн.
11. Октановое и цетановое число.
12. Газофракционирование. Анализ возможности снижения потребления энергоресурсов.
13. Назначение процесса риформинга. Основные реакции.
14. Побочные реакции и термодинамика процесса риформинга.
15. Технологические параметры процесса риформинга.
16. Катализаторы риформинга. Распределение по реакторам.
17. Установки риформинга с движущимся слоем катализатора. Назначение реактора догидрирования.
18. Сопоставление установок каталитического риформинга и платформинга.
19. Гидроочистка. Причины проведения гидроочистки. Гидрогенолиз сернистых соединений.
20. Катализаторы гидроочистки. Требования к ним. Типы катализаторов, применяемых в настоящее время. Их достоинства и недостатки.
21. Влияние различных факторов на гидроочистку моторных топлив.
22. Температура вспышки, температура воспламенения и самовоспламенения. Реакторы гидроочистки.
23. Пути повышения эффективности функционирования установок гидроочистки.
24. Назначение процесса вторичной переработки фракции н.к.-62°C. Состав фракции и термодинамика процесса.
25. Катализаторы изомеризации. Центры Льюиса и Бренстеда. Образование карбониевого иона при различных температурных режимах.
26. Подготовка сырья и ВСГ. Роль давления в процессе. Проблемы коррозии и очистки газов.
27. Принципиальные схемы процессов среднетемпературной изомеризации (с рециркуляцией сырья) и низкотемпературной изомеризации.
28. Процессы глубокой переработки нефти. Каталитический крекинг и гидрокрекинг.
29. Реагенты, применяемые при компаундировании товарной продукции НПЗ.
30. Параметры, влияющие на эффективность компаундирования товарной продукции.

## 7 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

### 7.1. Учебно-методическое обеспечение программы

#### 7.1.1. Основная литература:

1. Лисицын, Н.В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение / Лисицын Н.В., Викторов В.К., Кузичкин Н.В., Федоров В.И. - СПб, Менделеев, 2013. – 392 с.

2. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы: Учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. - Электрон. текстовые дан. - СПб.; М. ; Краснодар : Лань, 2018

3. Основные процессы нефтехимии : Справочник / Ред. Р. А. Мейерс, пер. с англ. под ред. И. А. Голубевой. - СПб. : Профессия, 2015. - 752 с.

4. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учебник / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 896 с. : ил.

### 7.2 Материально-техническое обеспечение программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория	Лекции, практические занятия	Компьютеры с выходом в Интернет и в локальную сеть СПбГТИ(ТУ), мультимедийный проектор, экран, доска
Лаборатория	Лабораторные занятия	Термостат Термотон-01 М, аппарат для определения фракционного состава нефтепродуктов по ГОСТ 2177-82 АРИС-9, прибор для определения коксуемости нефтепродуктов по Кондрадсону, установка для определения температуры вспышки в закрытом тигле (ТВЗ) ГОСТ 6356-75, установка для определения температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле (ТВО) по методу Бренкена ТВО АИФ 2.821.014, аппарат для определения содержания серы в нефтепродуктах по ГОСТ 1572-67 типа ОСУ, рефрактометр ИРФ 471А, ИРФ 471А, электрические колбонагреватели ЛАБ-КН-500, ультразвуковая мешалка, шкаф сушильный «Электроприбор», печь муфельная ПМ-8, весы аналитические Adventurer AR 2140, весы электронные AND 600i, пикнометры, стеклянные вискозиметры капиллярного типа ВПЖ-4 ГОСТ 10028-81

## 8. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Дополнительные сведения по программе «Современные подходы к энерго- и ресурсосбережению в нефтепереработке и нефтехимии»:

Сведения о разработке: впервые; новая редакция; с изменениями и/или дополнениями	—	новая редакция
Программа одобрена на заседании	—	кафедры ресурсосберегающих технологий 06.12.2018, протокол № 7
Соотнесение программы к укрупненной группе направлений подготовки (код, наименование)	—	18.00.00 Химические технологии
Соотнесение программы к направлению подготовки (специальности) высшего образования (бакалавриата, специалитета, магистратуры, аспирантуры) или СПО (код, наименование)	—	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие технологии в химической, нефтехимической и биотехнологии

## 9. СВЕДЕНИЯ О РАЗРАБОТЧИКАХ

### 9.1. Разработчики программы:

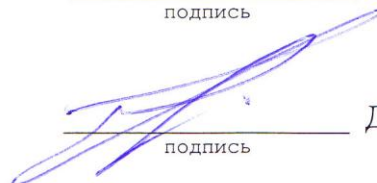
Заведующий кафедрой  
ресурсосберегающих  
технологий, к.т.н, доцент



подпись

Н.В. Кузичкин

Доцент кафедры ресурсосберегающих  
технологий, к.т.н



подпись

Д. А. Смирнова

### 9.2. Руководитель структурного подразделения, разработавшего программу:

Заведующий кафедрой  
ресурсосберегающих  
технологий, к.т.н, доцент



подпись

Н.В. Кузичкин