

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И**  
**УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
<b>Квалификация выпускника</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Е.В. Саламатова

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Составитель: \_\_\_\_\_ доцент каф. ХТПЭ Саламатова Е.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2021 г., протокол № 19.

Заведующая кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования,  
аккредитации и контроля качества  
образования

\_\_\_\_\_

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н.

А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» является формирование профессиональной технической культуры, под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретённую совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения выполнения балансовых расчётов основных химико-технологических процессов и выполнение элементов проектных разработок, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы энерго- и ресурсосбережения, а именно наиболее мощный рычаг повышения экономики - внедрение процессов глубокой переработки нефти - рассматриваются в качестве приоритета; приобретение необходимых знаний по энерго-и ресурсосберегающим технологическим процессам переработки природных энергоносителей и углеродных материалов.

Основными задачами дисциплины «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» являются:

- овладение приёмами сбора научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта для разработки проектов и реконструкции промышленных агрегатов и оборудования;
- формирование способности к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, к выбору оборудования и технологической оснастки
- формирование понимания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, и соблюдения основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» и изучается в I и II семестрах.

Дисциплина «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теплоперенос в гетерогенных системах», «Технология и оборудование коксохимического производства».

Особенностью дисциплины является приобретение навыков по разработке технологических схем комплексного использования природного сырья.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность разрабатывать нормы выработки на расход материалов, заготовок, топлива и	ОПК-3	<b>Знать:</b> методы и нормативные документы для разработки технической документации; основные методики технологических расчетов; принцип действия и устройство основных машин и аппаратов химической технологии;

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку		<p><b>Уметь:</b> разработать схему мероприятий по комплексному использованию природного сырья; изыскать способы утилизации отходов производства; обосновывать принятие конкретного аппаратурного и технического решения при разработке технологических процессов; рассчитать и оценить основные технико-экономические показатели технологического процесса; применять методики технологических и технических расчетов по проектам; проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта; выбирать оптимальные технологические режимы и наиболее рациональные типы аппаратов;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками опытом разработки и составления отдельных научно-технических, проектных и служебных документов; методиками технологических расчетов с применением современного программного обеспечения; методами для разработки технической документации по разработанным проектам и программам</p>
Способность к решению профессиональных производственных задач - контролю технологического процесса, разработке норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, к выбору оборудования и технологической оснастки	ПКС-1	<p><b>Знать:</b> технологические схемы процессов, основное оборудование, принципы его работы, системы контроля режимов технологического процесса;</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать методические материалы, техническую документацию, рассчитывать производственные мощности и загрузку оборудования технологической установки;</p> <p><b>Владеть:</b> навыком проведения организационно-технических мероприятий, научно-исследовательских работ, подготовкой технической документации</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		1	2
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>182</b>	<b>112</b>	<b>70</b>
Лекции	16	16	-
Практические занятия (ПЗ)	134	64	70
Лабораторные работы (ЛР)	32	32	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС),</b>	<b>178</b>	<b>104</b>	<b>74</b>

<b>в том числе</b>			
Проработка конспекта лекций	8	8	-
Выполнение заданий поисково-исследовательского характера	20	10	10
Подготовка к практическим занятиям	96	46	50
Подготовка к лабораторным занятиям	30	30	-
Подготовка к контрольной работе	4	-	4
Подготовка к экзамену	20	10	10
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>72</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>432</b>	<b>252</b>	<b>180</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 Современное состояние и перспективы переработки энергоносителей.	28	2	16	-	10
Раздел 2 Перспективные процессы нефтеперерабатывающей промышленности.	110	6	46	8	50
Раздел 3 Современные тенденции переработки газообразных и твердых природных энергоносителей	90	4	24	12	50
Раздел 4. Производство и применение технических жидкостей и специальных продуктов масляного производства	132	4	48	12	68
<b>Итого:</b>	<b>360</b>	<b>16</b>	<b>134</b>	<b>32</b>	<b>178</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Современное состояние и перспективы переработки энергоносителей.	Цели и задачи дисциплины. Классификация природных энергоносителей и углеродных материалов. Физико-химические свойства природных энергоносителей. Основные методы физико-химического анализа применительно к природным энергоносителям. Определение ТЭК, цели и задачи. Развитие нефтегазовой отрасли в составе ТЭК. Классификация технологических процессов на НПЗ.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Топливный баланс России, его характеристика, изменение на современном этапе. Технологическая структура нефтегазовой отрасли</p> <p>Тенденции развития мировой топливно-энергетической системы; перспективы производства топлив.</p>	
2	Перспективные процессы нефтеперерабатывающей промышленности.	<p>Современные термические процессы в нефтепереработке: термический крекинг, висбрекинг тяжелого сырья, коксование, пиролиз, получения технического углерода и пеков.</p> <p>Современные каталитические процессы в нефтепереработке: каталитический крекинг тяжелых газойлевых фракций и нефтяных остатков, каталитический риформинг, гидроочистка, гидрокрекинг, гидродеароматизация керосиновых фракций.</p> <p>Тенденции разработки новых катализаторов для современных процессов нефтепереработки. Органические вяжущие материалы. Классификация органических вяжущих материалов. Битумы.</p> <p>Проблемы получения качественных битумов на современном этапе.</p> <p>Рациональные способы переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков.</p> <p>Проблемы получения качественных нефтяных топлив на современном этапе. Проблемы качества моторных топлив на современном этапе.</p> <p>Проблемы качества дизельных топлив на современном этапе.</p> <p>Современные требования к свойствам котельных топлив.</p>	6
3	Современные тенденции переработки газообразных и твердых природных энергоносителей	<p>Современные тенденции переработки природного газа. Классификация и характеристика газов. Тенденции переработки природного газа на современном этапе. Структура производства сжиженных газов</p> <p>Структура рынка углеводородных газов.</p> <p>Современные тенденции переработки твердых горючих ископаемых. Классификация твердых горючих ископаемых. Классификация процессов переработки твердых горючих ископаемых. Переработка химических продуктов термической переработки твердых горючих ископаемых. Технология синтетического жидкого и газообразного</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		топлива из угля и сланцев.	
4	Производство и применение технических жидкостей и специальных продуктов масляного производства	<p>Основные понятия и определения экстракционных процессов. Теоретические основы экстракционных процессов очистки масел. Классификация растворителей.</p> <p>Технология процесса пропановой деасфальтизации гудрона. Принципиальные технологические схемы установок деасфальтизации пропаном.</p> <p>Технология процессов селективной очистки масляных фракций и деасфальтизатов. Принципиальные технологические схемы установок селективной очистки масляных фракций.</p> <p>Технология процессов депарафинизации рафинатов кристаллизацией.</p> <p>Оборудование производств смазочных масел</p> <p>Научно-технический прогресс в нефтегазовой отрасли. Тенденции развития НТП в области геологоразведочных работ, строительства нефтяных и газовых скважин, добычи нефти и природного газа, переработки нефти.</p>	4
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Структура ТЭК. Топливный баланс России.	2
		Степень конверсии сырья, выход целевого продукта и селективность процесса.	4
		Расчет основных физико-химических свойств веществ	10
2.	2	Расчет теплообменной аппаратуры термических процессов. Расчет реакторов термических процессов.	14
		Классификация химических реакторов каталитических процессов. Применение рециркуляции. время реагирования и скорость подачи сырья.	14
		Основные размеры реакционных аппаратов. Расчет реакторно-реакционного блока каталитического крекинга	12
		Проблемы получения качественных нефтяных топлив на современном этапе.	6
3.	3	Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Скорость осаждения. Условия псевдооживления и пневмотранспорта. Расчет отстойников. Циклоны для очистки газовых суспензий. Расчет абсорбции	12

		многокомпонентных углеводородных газов.	
		Современные тенденции переработки твердых горючих ископаемых. Расчет полезной тепловой мощности печи. Расход воздуха на сжигание топлива и состав газов сгорания. Тепло, получаемое сырьем в радиантной секции печи. Методы расчета радиантной секции. Расчет конвекционной секции.	12
4.	4	Основные понятия и определения экстракционных процессов. Треугольная диаграмма. Кривая равновесия фаз на треугольной диаграмме.	8
		Одноступенчатая экстракция. Многоступенчатая перекрестная экстракция. Противоточная экстракция. Предельные режимы работы экстракционной колонны.	20
		Экстракционная очистка нефтяных дистиллятов и концентратов. Научно-технический прогресс в нефтегазовой отрасли.	20
<b>итого</b>			<b>134</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудо-емкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение содержания ароматических углеводородов в нефтяных фракциях	6
2.	Раздел 2.	Определение воды в товарных нефтях	4
3.		Определение содержания парафиновых углеводородов нормального строения в нефтяных фракциях	8
4.	Раздел 3.	Определение пенетрации битумов	4
5.		Определение коэффициента преломления и температуры застывания технологических жидкостей	4
6.	Раздел 4.	Определение бензола в нефтяных фракциях и товарных бензинах методом ИК-спектроскопии	6
<b>Итого</b>			<b>32</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.



Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Современное состояние и перспективы переработки энергоносителей**

1. Классификация природных энергоносителей.
2. Цели и задачи ТЭК.
3. Классификация технологических процессов на НПЗ.
4. Технологическая структура нефтегазовой отрасли.
5. Типы НПЗ.

#### **Раздел 2. Перспективные процессы нефтеперерабатывающей промышленности.**

1. Классификация моторных топлив.
2. Классификация котельных топлив.
3. Современные катализаторы каталитического крекинга.
4. Способы получения битумов.
5. Назначение процесса висбрекинга.

#### **Раздел 3. Современные тенденции переработки газообразных и твердых природных энергоносителей.**

1. Классификация газов.
2. Производство сжиженного газа.
3. Классификация твердых горючих ископаемых.
4. Классификация процессов переработки твердых горючих ископаемых.
5. Технология синтетического жидкого и газообразного топлива из угля и сланцев.

#### **Раздел 4. Производство и применение технических жидкостей и специальных продуктов масляного производства.**

1. Классификация растворителей.
2. Назначение процесса деасфальтизации гудрона пропаном
3. Принципиальная технологическая схема установки деасфальтизации пропаном.
4. Назначение процесса селективной очистки масляных фракций.
5. Назначение процесса депарафинизации рафинатов кристаллизацией.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

1. Классификация природных энергоносителей.
2. Что такое ТЭК? Цели и задачи.
3. Классификация технологических процессов на НПЗ.

4. Технологическая структура нефтегазовой отрасли.
5. Типы НПЗ
6. Классификация моторных топлив.
7. Основные показатели качества автомобильных топлив.
8. Классификация котельных топлив.
9. Основные показатели качества котельных топлив.
10. Основные показатели качества реактивных топлив.
11. Современные катализаторы каталитического крекинга. Химизм процесса.
12. Назначение процесса каталитического крекинга. Схема процесса.
13. Способы получения битумов.
14. Химизм процесса висбрекинга. Параметры процесса.
15. Назначение процесса висбрекинга. Схема процесса.
16. Классификация газов.
17. Производство сжиженных газа.
18. Классификация твердых горючих ископаемых.
19. Классификация процессов переработки твердых горючих ископаемых.
20. Назначение процесса Хайвал. Схема процесса.
21. Технология синтетического жидкого и газообразного топлива из угля и сланцев
22. Характеристика растворителей для процесса деасфальтизации.
23. Назначение процесса деасфальтизации гудрона пропаном. Основные параметры процесса.
24. Принципиальная технологическая схема установки деасфальтизации пропаном.
25. Характеристика растворителей для процесса селективной очистки масляных фракций.
26. Назначение процесса селективной очистки масляных фракций. основные параметры процесса.
27. Принципиальная технологическая схема селективной очистки масляных фракций.
28. Характеристика растворителей для депарафинизации.
29. Назначение процесса депарафинизации рафинатов кристаллизацией. Основные параметры процесса.
30. Принципиальная технологическая схема депарафинизации рафинатов кристаллизацией.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### *1 вариант*

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Механические примеси нефти состоят из взвешенных в ней высокодисперсных частиц:	1. песка, глины 2. оксидов металлов 3. хлористых солей 4. асфальтенов, известняка
2.	Деэмульгаторы способствуют ...	1. образованию и стабилизации эмульсии; 2. разрушению поверхностной адсорбционной пленки стойких эмульсий; 3. образованию эмульсий и разрушению её через определённый промежуток времени; 4. не влияют на нефтяные эмульсии
3.	Кубовым остатком установки вакуумной перегонки мазута является ....	1. мазут 2. тяжелый дистиллят 3. гудрон 4. бензин

4.	Перегонку мазута осуществляют на ... блоке установок АВТ	1. вакуумном 2. атмосферном 3. отбензинивающем 4. адсорбционном
5.	При термических процессах бензильные и фенильные радикалы являются ведущими в реакциях:	1. распада 2. гидрирования 3. окисления 4. поликонденсации
6.	Первичная элементарная реакция с образованием первичного радикала из молекул сырья называется реакцией ... цепи	1. распада 2. конденсации 3. инициирования 4. завершения
7.	Сырьём установки термического крекинга дистиллята служит:	1. тяжёлый газойль 2. бензиновая фракция 3. керосиновая фракция 4. газ
8.	Арены→смолы→асфальтены→кокс →графит – это последовательность образования:	1. бензина 2. битума 3. нефтяного кокса 4. мазута
9.	Жидкофазный термолиз имеет место в следующих термодеструктивных процессах нефтепереработки:	1. термический крекинг и висбрекинг 2. коксование и каталитический крекинг 3. гидроочистка и висбрекинг 4. каталитический риформинг и термический крекинг
10.	Количество продукта, образующегося в единицу времени на единицу объёма катализатора или реактора определяется .... катализатора.	1. стабильность 2. активность 3. селективность 4. прочность

№	Вопрос	Варианты ответа
11.	Примеси, отравляющие катализатор, называются .....	1. стабилизаторы 2. добавки 3. присадки 4. яды
12.	Основное целевое назначение каталитического крекинга – производство ...	1. моторного топлива и сжиженных газов 2. мазута и битума 3. ароматических углеводородов 4. серной кислоты
13.	Карбокатионы, в отличие от радикалов, способны к .....	1. рекомбинации 2. обрыву цепи 3. образованию цепи 4. изомеризации
14.	Алканы, в условиях каталитического крекинга, подвергаются:	1. изомеризации, распаду дегидрированию, 2. гидрированию, окислению, изомеризации 3. алкилированию, конденсации, полимеризации 4. циклизации, изомеризации, конденсации
15.	Нерегулируемые параметры каталитического крекинга:	1. время контакта сырья с катализатором 2. кратность циркуляции катализатора 3. температура в реакторе 4. тип реакционного аппарата
16.	Меркаптаны при гидроочистке гидрируются до соответствующего углеводорода и .....	1. сероводорода 2. кислорода 3. аммиака 4. углекислого газа
17.	Кислородсодержащие соединения в процессе гидроочистки превращаются в соответствующие углеводороды и ...	1. воду 2. кислород 3. водород 4. фенол
18.	... в условиях процесса гидроочистки не реагируют	1. алканы, циклоалканы, арены 2. алкены, алкины, тиофены 3. фенолы, спирты, кислоты 4. все вышеперечисленные соединения
19.	Важные показатели качества нефтяных остатков как сырья для гидрооблагораживания:	1. содержание металлов, коксуемость 2. парафинистость, температура кипения 3. вязкость, плотность 4. температура вспышки и содержание ароматики

№	Вопрос	Варианты ответа
20.	Процесс селективного гидрокрекинга предназначен для удаления из сырья #### нормального строения, с целью получения низкозастывающих топлив и масел.	1. парафинов. 2. олефинов 3. циклоалканов 4. аренов

**2 вариант**

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	.... - дисперсионная система из двух взаимно нерастворимых жидкостей, в которой одна диспергирована в другой в виде мельчайших капель.	1. эмульсия 2. дисперсия 3. адсорбция 4. десорбция
2.	Основное количество ... удаляют из нефти отстаиванием в промысловых и заводских резервуарах	1. ароматики 2. воды 3. гетероатомных соединений 4. серы
3.	Отбора таких продуктов как: смесь нефтяных и водяных паров, газов; соляр; вакуумный газойль; затемнённая фракция; гудрон - получают на установке ...	1. висбрекинга 2. термического крекинга 3. АВТ 4. риформинга
4.	Термодинамическую вероятность протекания химической реакции определяют значением ...	1. теплоёмкости 2. энтальпии 3. теплопроводности 4. энергией Гиббса
5.	Разветвлённая цепная реакция это:	1. $H^+O_2 \rightarrow OH + \cdot O$ 2. $H + H \rightarrow H_2$ 3. $C_5H_{12} \rightarrow C_5H_{11} + H^{\cdot}$ 4. $CH_3 + C_2H_5 \rightarrow CH_4 + C_2H_4$
6.	Алканы, при газофазном термоллизе, подвергаются реакциям распада на ... углеводороды.	1. предельные и непредельные 2. ароматические и нафтеновые 3. алкилароматические и нафтеновые 4. предельные и ароматические
7.	Сырьём для висбрекинга является:	1. мазут 2. газойль 3. бензин 4. керосин
8.	Одним из основных типов сернистых соединений в тяжёлых нефтяных остатках является:	1. карбазол 2. бензхинолины и их гомологи 3. соединения типа пиррола 4. тиофен и его гомологи
9.	Жидкофазный термоллиз имеет место в следующих термодеструктивных процессах нефтепереработки:	1. термический крекинг и гидроочистка 2. висбрекинг и коксование 3. каталитический крекинг и висбрекинг 4. каталитический риформинг и гидроочистка

№	Вопрос	Варианты ответа
10.	..... катализатора – это доля прореагировавших исходных веществ с образованием целевых продуктов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. селективность</li> <li>2. активность</li> <li>3. пористость</li> <li>4. стабильность</li> </ol>
11.	Кислородом воздуха, диоксидом углерода и водяным паром осуществляют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. подготовку нефти к переработке</li> <li>2. осушку газов</li> <li>3. удаление коксовых отложений с поверхности катализатора</li> <li>4. продувку реактора каталитического крекинга</li> </ol>
12.	Основные процессы, протекающие при каталитическом крекинге – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. полимеризация</li> <li>2. дегидрирование циклоалканов</li> <li>3. алкилирование ароматических углеводородов</li> <li>4. расщепление высокомолекулярных углеводородов и изомеризация</li> </ol>
13.	Существенный недостаток всех цеолитов в чистом виде состоит в низкой ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. механической прочности</li> <li>2. адсорбционной способности</li> <li>3. регенерирующих свойствах</li> <li>4. активности</li> </ol>
14.	Нерегулируемые параметры каталитического крекинга:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. качество сырья</li> <li>2. время контакта сырья с катализатором</li> <li>3. кратность циркуляции катализатора</li> <li>4. температура в реакторе</li> </ol>
15.	Целевыми, в процессах каталитического риформинга, являются реакции образования ароматических углеводородов за счёт:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дегидрирование шестичленных цикланова</li> <li>2. конденсации ароматических соединений</li> <li>3. гидратации углеводородов</li> <li>4. деалкилирования ароматики</li> </ol>
16.	Основные продукты риформинга – риформат и ... газ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. водородсодержащий</li> <li>2. кислородсодержащий</li> <li>3. углекислый</li> <li>4. углеводородный</li> </ol>
17.	Назначение процесса ..... - удаление из нефтепродуктов гетероатомных и смолистых соединений в среде водорода на катализаторах.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. висбрекинга</li> <li>2. каталитического риформинга</li> <li>3. гидроочистки</li> <li>4. каталитического крекинга</li> </ol>
18.	Основными показателями качества .... являются детонационная стойкость, фракционный состав, химическая и физическая стабильность содержание серы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. авиационных топлив</li> <li>2. масел</li> <li>3. смазок</li> <li>4. автомобильных топлив</li> </ol>
19.	Детонационная стойкость топлив характеризуется ....	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. октановым числом</li> <li>2. сортностью бензинов</li> <li>3. содержанием серы</li> <li>4. фракционным составом</li> </ol>
20.	К кислородсодержащим высокооктановым компонентам бензина, которые добавляют в качестве оксигенатов, относятся:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трет-амилметилловый эфир</li> <li>2. метил-втор-бутиловый эфир</li> <li>3. этилпропиловый эфир</li> <li>4. дивиниловый эфир</li> </ol>

**3 вариант**

№	Вопрос	Варианты ответа
1.	Нефтяные эмульгаторы способствуют ....	1. образованию и стабилизации эмульсии; 2. разрушению поверхностной адсорбционной пленки стойких эмульсий; 3. образованию эмульсий и разрушению её через определённый промежуток времени; 4. не влияют на нефтяные эмульсии.
2.	Принципиальная схема блока атмосферной перегонки нефти установки ЭЛОУ-АВТ содержит следующие колонны:	1. вторичной перегонки, экстракционную, стабилизации 2. отбензинивающую, атмосферную, отпарную 3. экстракционную, стабилизации отпарную 4. отбензинивающую, адсорбционную, атмосферную
3.	Двухколонная схема вакуумной перегонки нефти предпочтительна при получении сырья для производства:	1. автомобильных бензинов; 2. котельных топлив 3. масел 4. сухого газа.
4.	Эндотермические реакции крекинга:	1. полимеризация, конденсация 2. алкилирование, распад 3. дегидрирование, конденсации 4. распад, дегидрирование
5.	Короткоживущие радикалы алкильного типа являются основными в реакциях:	1. крекинга 2. алкилирования 3. поликонденсации 4. окисления
6.	Арены, при газофазном термоллизе, подвергаются реакциям:	1. замещения и распада 2. деполимеризации и алкилированию 3. деалкилирования и поликонденсации 4. гидрированию и окислению
7.	Содержание золы, пористость, механическая прочность – основные показатели качества:	1. нефтяного кокса 2. битума 3. парафина 4. серы
8.	Содержание золы в малозольных коксах составляет ... %.	1. 0,1 2. 0,8 3. 0,5 4. 0,01
9.	..... катализатора характеризует его способность сохранять активность во времени.	1. селективность 2. стабильность 3. мобильность 4. прочность

№	Вопрос	Варианты ответа
10.	Промышленные ..... крекинга состоят из матрицы, цеолита, активных и неактивных добавок	1. катализаторы 2. реактора 3. регенераторы 4. циклоны
11.	Соединение $\text{CH}_3\text{CH}_2^+$ – это:	1. карбокатион 2. радикал 3. этилен 4. анион
12.	Изомеризации, дегидрированию, распаду подвергаются алканы в условиях:	1. висбрекинга 2. ректификации 3. каталитического крекинга 4. каталитического риформинга
13.	.... - вещества, применяемые для интенсификации регенерации закоксованного катализатора	1. промоторы 2. пассиваторы 3. активаторов 4. добавки
14.	Нерегулируемые параметры каталитического крекинга:	1. индекс активности катализатора 2. время контакта сырья с катализатором 3. кратность циркуляции катализатора 4. температура в реакторе
15.	... предназначен для повышения детонационной стойкости бензинов и индивидуальных ароматических углеводородов	1. каталитический крекинг 2. каталитический риформинг 3. термический крекинг 4. все вышеперечисленные
16.	Пуск установки на свежем или отрегенерированном катализаторе требует в качестве инертного газа чистого:	1. азота 2. кислорода 3. водорода 4. гелия
17.	Назначение процесса ..... - удаление из нефтепродуктов гетероатомных и смолистых соединений в среде водорода на катализаторах.	1. гидроочистки 2. риформинга 3. каталитического крекинга 4. висбрекинга
18.	Пиридин  в процессе гидроочистки гидрируется до ...	1. пентана и аммиака 2. гексана и азота 3. толуола и оксида азота 4. пентана и азота
19.	Воспламеняемость, коксуемость, температура помутнения и застывания, фильтруемость являются одними из основных характеристик ... топлива.	1. дизельного + 2. печного 3. котельного 4. растительного
20.	К кислородсодержащим высокооктановым компонентам бензина, которые добавляют в качестве оксигенатов, относятся:	1. метил-трет-бутиловый эфир 2. метил-втор-бутиловый эфир 3. этилпропиловый эфир 4. дивиниловый эфир



### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Романова, Н.А. Технологии глубокой переработки нефте- и газопродуктов/ Н. А. Романова. - СПб. : Горн. ун-т, 2015. - 81 с. - Б. ц.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D400844<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D400844<.>)

2. Популярная нефтепереработка/под редакцией Л.Н.Багдасарова- М.: Недра, 2017. - 111с.  
[https://nova.rambler.ru/search?utm\\_source=head&utm\\_campaign=self\\_promo&utm\\_medium=form&utm\\_content=search&query](https://nova.rambler.ru/search?utm_source=head&utm_campaign=self_promo&utm_medium=form&utm_content=search&query)

3. Потехин В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 568 с. ISBN 978-5-8114-2623-2. – URL: [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR\\_BIBL\\_A\\_011667508/](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_BIBL_A_011667508/)

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Покровская С.В. Технология переработки нефти. Производство нефтяных масел./С.В. Покровская. — Новополюцк: ПГУ, 2018. — 320 с.

2. Ахметов С.А. Лекции по технологии глубокой переработке нефти в моторные топлива. Гриф УМО ВУЗов России / С.А. Ахметов// - М.: Недра, 2017. - 632 с.  
[https://www.studmed.ru/ahmetov-sa-lekcii-po-tehnologii-glubokoy-pererabotki-nefti-v-motornye-topлива\\_dcdfb4fcb56.html](https://www.studmed.ru/ahmetov-sa-lekcii-po-tehnologii-glubokoy-pererabotki-nefti-v-motornye-topлива_dcdfb4fcb56.html)

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Учебно-методические материалы «Технология природных энергоносителей и углеродных материалов» для студентов магистратуры направления подготовки 18.04.01/ сост. Е.В. Саламатова; С.-Петербургский горный университет, кафедрах химических технологий и переработки энергоносителей.- СПб.: Горн.ун-т, 2018. <http://ior.spmi.ru/>.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>
2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>
3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>
4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>
5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>
6. Электронная библиотека IqLib: <http://www.iqlib.ru/>
7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лаборатории оснащены химическим оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Теория тепловой работы печей и аппаратов переработки природных энергоносителей».

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan C 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan C 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 GB – 16 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL).

5. PHP 7.1.7 ( лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)