

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 11.07.2022 13:29:15  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИРОССИИ  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ И**  
**ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ, ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТА И ПРОДУКТОВ НА**  
**ИХ**

**ОСНОВЕ**

Направлении подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры

**Технология процессов нефтегазохимии**

Квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет химической и биотехнологии

Кафедра технологии и нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Профессор А.А. Гайле

Рабочая программа дисциплины «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств

протокол \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой

Б.В. Пекаревский

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Председатель

М.В. Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно- методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## Оглавление

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	4
3	Объем дисциплины.....	5
4	Содержание дисциплины.....	5
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий. ....	5
4.2	Занятия лекционного типа. ....	6
4.3	Занятия семинарского типа.....	8
4.3.1	Семинары, практические занятия. ....	8
4.3.2	Лабораторные занятия. ....	8
4.4	Самостоятельная работа обучающихся. ....	9
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	9
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины. ....	10
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	11
10.1	Информационные технологии. ....	11
10.2	Программное обеспечение. ....	11
10.3	Базы данных и информационные справочные системы. ....	11
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы. ....	11
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	11
	Приложение №1 .....	12
	к рабочей программе дисциплины.....	12

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе» преследует цель – повышение уровня знаний магистрантов в области технологии топлива

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-1 Способен планировать производственно-технологически работы	<b>ПК-1.2</b> Знание передового научно-технического отечественного и зарубежного опыта в области технологии нефти	<b>Знает:</b> передовой научно-технический отечественный и зарубежный опыт в области технологии нефти (ЗН-1); <b>Умеет:</b> работать с источниками патентной информации (У-1); <b>Владеет:</b> навыками поиска актуальной информации в области технологии нефти (Н-1).
ПК-2 Способен контролировать ведение лабораторных журналов и своевременное оформление результатов анализов и испытаний в соответствии с требованиями менеджмента качества	<b>ПК2.4</b> Умение применять стандартные методы контроля качества производимой продукции	<b>Знает:</b> методики контроля качества производимой продукции; <b>Умеет:</b> применять стандартные методы контроля качества продукции предприятия; <b>Владеет:</b> навыками организации системы контроля качества производимой продукции.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе» является дисциплиной обязательной части плана (Б1.8.05) подготовки магистров по химической технологии природных энергоносителей. Дисциплина изучается на втором курсе в третьем семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Современные технологии переработки углеводородных газов и газового конденсата».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе» знания, умения и навыки будут использованы при изучении дисциплины «Основы проектирования и аппаратное оформление процессов нефтегазодобычи».

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	5/180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	108
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т. ч.	72
семинары, практические занятия (в т. ч. на практи. подг.)	36(9)
лабораторные работы (в т. ч. на практи. подг.)	36(18)
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	<b>Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	зачет

### 4 Содержание дисциплины

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары/илл и практич.	Лабораторные работы			
1	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей	18	18	36	36	ПК-1	ПК-1.2
2	Теоретические основы процесса абсорбции	6	6	-	12	ПК-1	ПК-1.2
3	Теоретические основы процесса адсорбции	6	6	-	12	ПК-1	ПК-1.2
4	Теоретические основы кристаллизационных процессов	6	6	-	12	ПК-1	ПК-1.2

#### **4.2 Занятия лекционного типа.**

№раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей.</b></p> <p>Цели и задачи изучения дисциплины. Классификация процессов разделения и очистки органических веществ. Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов. Концентрационные зависимости коэффициентов активности компонентов раствора. Расчет коэффициентов активности с использованием уравнения состояния. Экспериментальные методы определения коэффициентов активности. Зависимость коэффициентов активности от температуры. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам. Зависимость коэффициентов активности углеводородов в растворителях от строения углеводородов. Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей. Использование принципа линейности свободных энергий для оценки селективности растворителей. Донорные и акцепторные числа растворителей.</p>	18	лекция-визуализация (ЛВ)
2	<p><b>Теоретические основы процесса абсорбции.</b> Понятие об относительных концентрациях компонентов в газовой и жидкой фазе, удельном расходе абсорбента и факторах абсорбции</p>	6	лекция-визуализация (ЛВ)
3	<p><b>Адсорбция.</b> Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью. Природные и синтетические цеолиты, их кристаллическая структура и молекулярно-ситовые свойства. Построение изотерм адсорбции. Изостера адсорбции.</p>	6	лекция-визуализация (ЛВ)
4	<p>Теоретические основы кристаллизационных процессов. Типы фазовых диаграмм жидкость–твердая фаза. Типы аддуктов комплексов: молекулярные соединения, комплексы туннельного типа, клатратные соединения полостями в кристаллической решетке в форме клеток.</p>	6	лекция-визуализация (ЛВ)

## 4.3 Занятия семинарского типа

### 4.3.1 Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		все го	пр по дг	
1	Эмпирические уравнения Маргулеса, Ван-Лаара, Редлиха-Кистера. Полуэмпирические уравнения, основанные на концепции локальных составов (Вильсона, Цубоки - Катаямы, NRNL, UNIQUAC). Теория регулярных растворов Скотчарда-Гильдебранда и ее дальнейшее развитие. Групповые методы расчета UNIFAC и ASOG. Критический анализ публикаций последних лет по теоретическим основам процессов разделения с использованием селективных растворителей	18	3	РД
2	Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы У-Х. Уравнение и график Кремсера. Составление материального и теплового баланса абсорбера. Депарафинизация масляных фракций с использованием селективных растворителей. Карбамидная депарафинизация. Клатратные соединения сполостям в кристаллической решетке в виде клеток. Выделение антрацена из каменноугольной смолы методом экстрактивной кристаллизации.	6	3	РД
3	Материальный баланс адсорбера. Расчет адсорберов с движущимся слоем адсорбента. Критический анализ публикаций последних лет по процессам разделения с использованием адсорбции	6	3	РД
4	Критический анализ публикаций последних лет по процессам разделения с использованием кристаллизации, экстрактивной и аддуктивной кристаллизации	6	-	РД

### 4.3.2 Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Форма контроля
		всего	пр. подг.	
1	Определение предельных коэффициентов активности углеводов в селективных растворителях методом ГЖХ	12	6	Отчет и защита работы



2	Исследование равновесия жидкость-пар в системе гептан-толуол-селективный растворитель.	12	4	Отчет защита работы
3	Разделение смеси гептан-толуол методом экстрактивной ректификации.	6	4	Отчет защита работы
4	Разделение смеси гептан-толуол методом экстракции	6	4	Отчет защита работы

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Формы контроля
1	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей	36	Устный опрос
2	Теоретические основы процесса абсорбции	12	Устный опрос
3	Теоретические основы процесса адсорбции	12	Устный опрос
4	Теоретические основы кристаллизационных процессов	12	Устный опрос

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций. При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня вопросов.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Гайле, А.А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа. / А.А. Гайле, В.Е. Сомов, А.В. Камешков – СПб.: Химиздат, 2018. – 432 с. ISBN 978-5-93808-317-2.
2. Гайле, А.А. Селективные растворители. Разделение и очистка углеводородсодержащего сырья / А.А. Гайле, В.Е. Сомов, А.В. Камешков – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2019. – 896 с. ISBN 978-5-93808-331-8.

### **б) электронные учебные издания:**

3. Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : 2018. - 93 с. СПбТИ. Электронная библиотека // [technolog.bibliotech.ru](http://technolog.bibliotech.ru) Режим доступа: для зарегистрированных читателей.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Медиапортал СПбГТИ(ТУ) (информационно-образовательный сегмент ЕИС «Электронный Университет») - Режим доступа: : <https://media.technolog.edu.ru>
2. Химическая информационная сеть Наука Образование Технология (ChemNet) – Режим доступа: [www.chem.msu.su](http://www.chem.msu.su)
3. Интернет-платформа Russian Science Citation Index (RSCI) – Режим доступа: <http://www.rsci.ru/>
4. «Электронный читальный зал – БиблиоТех» - Режим доступа: <https://technolog.bibliotech.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books/>
6. Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink – Режим доступа: [Home - Springer](http://www.springer.com)

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02.КСУКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТОСПбГТИ018-2014.КСУКДВ.Видыучебныхзанятий.Семинарыипрактические занятия.Общитребованиякоргаанизацииипроведению.

СТПСбГТИ048-2009.КСУКДВ.Видыучебныхзанятий.Самостоятельнаяпланируемая работа студентов.Общитребования коргаанизацииипроведению. СТПСбГТИ020-2011КСУКДВ.Видыучебныхзанятий.Лабораторныезанятия.

Общитребованиякоргаанизацииипроведению.

Планированиевремени,необходимогонаизучениеданнойдисциплины,лучшевсего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторениепройденногоматериала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентовявляется:

плановость в организации учебной работы;серьезное отношение к изучению материала;постоянныйсамоконтроль.

Назанятиястудентдолженприходить,имеязнанияпоужеизученномуматериалу.

## **10Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:чтение лекций с использованием слайд-презентаций; взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2Программноеобеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word).

### **10.3Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

<b>Адрес</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий</b>	<b>Оснащенность оборудованных учебных кабинетов/объектов для проведения практических занятий</b>
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №9	Специализированная мебель (40 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер
190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Б	Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств, аудитория №14	Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер

## **12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Приложение №1**  
**к рабочей программе дисциплины**

**Фондоценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Научные основы процессов разделения и очистки углеводородных газов, газового конденсата и продуктов на их основе»**

**1 Перечень компетенций этапов их формирования**

Индекс компетенции	Содержание <sup>8</sup>	Этап формирования <sup>9</sup>
<b>ПК-1</b>	Способен планировать производственно-технологические работы	промежуточный
<b>ПК-2</b>	Способен контролировать ведение лабораторных лабораторных журналов в свое время оформления результатов анализов и испытаний согласно системе менеджмента качества	промежуточный

**2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Пороговый уровень сформированности
<b>ПК-1.2</b> Знание передового научно-технического отечественного и зарубежного опыта в области технологии нефти	Знает: передовой научной техникой отечественной и зарубежной промышленности в области технологии нефти	Правильные ответы на вопросы №1-20	Знает возможности и теоретические основы процессов разделения и очистки продуктов нефтегазохимии
	Умеет: работать с источниками патентной информации	Правильные ответы на вопросы №21	Умеет проводить патентный поиск
	Владеет: навыками поиска актуальной информации в области технологии нефти	Правильные ответы на вопросы №22	Умеет пользоваться библиографическими указателями РЖХимия, Chemical Abstracts
<b>ПК-2.4</b> Умение применять стандартные методы контроля	Знает: методики контроля качества производимой продукции	Правильные ответы на вопрос №15	Знает основные методики контроля качества производимой продукции

производимой продукции	Умеет: применять стандартные методы контроля качества продукции	Правильный ответ на вопрос №18	Умеет применять основные стандартные методы контроля качества продукции предприятия
	Владеет: навыками организации системы контроля качества производимой продукции	Правильный ответ на вопрос №19	Владеет основными навыками организации системы контроля качества производимой продукции

### 3 Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации **а з а ч е т е**

1. Моделирование коэффициентов активности компонентов раствора с помощью эмпирических уравнений.
2. Моделирование коэффициентов активности компонентов раствора с помощью полуэмпирических уравнений.
3. Теория регулярных растворов. Правило растворимости Гильдебранда – Семенченко.
4. Зависимость коэффициентов активности компонентов от температуры.
5. Классификация процессов разделения и очистки органических веществ.
6. Неспецифические и специфические взаимодействия в растворах неэлектролитов.
7. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам.
8. Зависимость коэффициентов активности углеводородов в растворителях от строения углеводородов.
9. Зависимость селективности и растворяющей способности от химического строения растворителей.
10. Донорные и акцепторные числа растворителей.
11. Экспериментальные методы определения коэффициентов активности и проверка их термодинамической согласованности.
12. Расчет процесса абсорбции с помощью диаграммы Y–X.
13. Понятие об относительных концентрациях компонентов в равновесных фазах и о факторе абсорбции
14. Составление материального и теплового баланса абсорбера.
15. Принципиальная схема абсорбционно-десорбционной установки. Фактор абсорбции.
16. Уравнение и график Крэмсера.
17. Теоретические основы процесса адсорбции: типы порадсорбентов, адсорбционная емкость, коэффициент распределения адсорбата и коэффициент разделения, изотерма и изостера адсорбции.
18. Полярные и неполярные адсорбенты с неоднородной пористостью.
19. Природные и синтетические цеолиты, их применение в нефтепереработке и нефтехимии.
20. Молекулярные комплексы.
21. Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке туннельного типа.
22. Клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в виде клеток.

Присдаче зачет студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

### 4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями  
СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.  
По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.  
Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится  
с пороговым уровнем сформированности компетенции.