

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2023 18:21:47  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
«27» 01 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ В ТЕХНОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОХИМИИ**

Направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

Направленность программы магистратуры

**Технология и продукты нефтегазохимии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор Гайле А.А.

Рабочая программа дисциплины «Процессы разделения и очистки в технологии нефтегазохимии» обсуждена на заседании кафедры технологии нефтехимических и углехимических производств

протокол от 21.12.2022 №3  
Заведующий кафедрой

С.В. Дронов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от 19.01.2023 №5

Председатель

М.В. Рутто

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		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 .....	7
4.4	Самостоятельная работа обучающихся.....	7
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	8
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	8
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	8
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	9
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	9
10.1	Информационные технологии.....	9
10.2	Программное обеспечения .....	9
10.3	Базы данных и информационные справочные системы .....	9
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	10
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	10
	Приложение № 1_к рабочей программе дисциплины .....	11

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

Изучение дисциплины «Процессы разделения и очистки в технологии нефтегазохимии» преследует цель – повышение уровня знаний магистрантов в области химической технологии процессов основного органического и нефтехимического синтеза, а также химической технологии природных энергоносителей.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способен планировать производственно-технологические работы	<b>ПК-1.3</b> Умение вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии	<b>Знать:</b> основы планирования производственной деятельности (ЗН-1); <b>Уметь:</b> вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии (У-1); <b>Владеть:</b> навыками оформления рационализаторских предложений с учетом существующей нормативной документации (Н-1).
<b>ПК-5</b> Способен применять меры по ускорению освоения в производстве прогрессивных технологических процессов, широкому внедрению научно-технических достижений	<b>ПК-5.4</b> Умение проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов	<b>Знать:</b> теоретические основы перспективных и вновь разрабатываемых технологических процессов (ЗН-2); <b>Уметь:</b> проводить работу по освоению новых технологических процессов (У-2); <b>Владеть:</b> навыками организации работ по освоению новых технологических процессов (Н-2).

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы разделения и очистки в технологии нефтегазохимии» является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01) программы магистратуры «Технология и продукты нефтегазохимии».

Дисциплина изучается на первом курсе обучения в магистратуре в первом семестре.

Изучение дисциплины базируется на подготовке магистра по базовой дисциплине «Современные технологии переработки углеводородных газов и газового конденсата».

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	64
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе на практическую подготовку)	36 (9)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	80
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	Кр
<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, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. Часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей	8	18	-	38	ПК-1	ПК-1.3
2	Теоретические основы процесса абсорбции	4	6	-	14	ПК-1	ПК-1.3
3	Теоретические основы процесса адсорбции	4	6	-	14	ПК-5	ПК-5.4
4	Теоретические основы кристаллизационных процессов	2	6		14	ПК-5	ПК-5.4

## 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> 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 компонентов 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>	8	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>	4	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 изотермы адсорбции. Изостера адсорбции.</p>	4	Лекция – визуализация (ЛВ)
4	<p>Теоретические основы кристаллизационных процессов. Типы фазовых диаграмм жидкость – твердая фаза. Типы аддуктов и комплексов: молекулярные соединения, комплексы туннельного типа, клатратные соединения с полостями в кристаллической решетке в форме клеток.</p>	2	Лекция – визуализация (ЛВ)

### 4.3 Занятия семинарского типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	В т.ч. на пр. подг.	
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 модели раствора 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 с полостями 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

### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей	38	Устный опрос
2	Теоретические основы процесса абсорбции	14	Устный опрос
3	Теоретические основы процесса адсорбции	14	Устный опрос
4	Теоретические основы кристаллизационных процессов	14	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: <http://media.technolog.edu.ru>.

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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

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 компетенции. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов.

## **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 Режим доступа: для зарегистрированных читателей.

## **8 Перечень электронных образовательных ресурсов, 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 Springer Link – Режим доступа: [Home - Springer](#)

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

Все виды занятий по дисциплине «Процессы разделения и очистки в технологии нефтегазохимии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

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

### **10.1 Информационные технологии**

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

### **10.2 Программное обеспечения**

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11 Материально-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.

**Фонд оценочных средств**  
**для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Процессы разделения и**  
**очистки в технологии нефтегазохимии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	Умение вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии	промежуточный
ПК-5	Умение проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов	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	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачтено» (пороговый)	«не зачтено»
<b>ПК-1.3</b> Умение вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии	<b>Знает:</b> основы планирования производственной деятельности (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы №1-3 к зачету	Называет некоторые принципы планирования производственной деятельности(ЗН-1)	Не называет принципы планирования производственной деятельности(ЗН-1)
	<b>Умеет:</b> вносить предложения в планы внедрения новой техники и технологии (У-1);	Правильные ответы на вопросы №4-6 к зачету	Умеет вносить предложения по совершенствованию техники(У-1);	Не способен вносить предложения и планы по совершенствованию техники (У-1);
	<b>Владеет:</b> навыками оформления рационализаторских предложений с учетом существующей нормативной документации (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №7-9 к зачету	Демонстрирует знания основ оформления рационализаторских предложений (Н-1).	Не демонстрирует знания основ оформления рационализаторских предложений (Н-1).
<b>ПК-5.4</b> Умение проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов	<b>Знает:</b> теоретические основы перспективных и вновь разрабатываемых технологических процессов (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №10-12 к зачету	Знает основы перспективных технологических процессов (ЗН-2);	Не знает возможности совершенствования действующих процессов (ЗН-2);
	<b>Умеет:</b> проводить работу по освоению новых технологических процессов (У-2);	Правильные ответы на вопросы №13-15 к зачету	Способен к освоению новых технологических процессов (У-2)	Не умеет разрабатывать основы новых технологических процессов(У-2)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«зачтено» (пороговый)	«не зачтено»
	<b>Владеет:</b> навыками организации работ по освоению новых технологических процессов (Н-2).	Правильные ответы на вопросы №16-22 к зачету	Владеет основами организации работ по освоению новых процессов (Н-2).	Не владеет основами организации работ по освоению новых процессов (Н-2).

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы по дисциплине «Процессы разделения и очистки в технологии нефтегазохимии».

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 Кремсера.
17. Теоретические основы процесса адсорбции: типы пор адсорбентов, 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.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(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.