

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.06.2023 11:20:49  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио проректора по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 24 » мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Каталитические процессы нефтепереработки**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата  
**«Химическая технология неорганических веществ»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика        | Подпись | Ученое звание, инициалы, фамилия              |
|-------------------------------|---------|---|
| Заведующий кафедрой<br>Доцент |         | доцент А.Ю. Постнов<br>доцент О.А. Черемисина |

Рабочая программа дисциплины «Каталитические процессы нефтепереработки» обсуждена на заседании кафедры Общей химической технологии и катализа протокол от «13» мая 2021 г. № 9

Заведующий кафедрой

А.Ю. Постнов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета Химии веществ и материалов протокол от «20» мая 2021 г. № 8

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

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





## СОДЕРЖАНИЕ

|  |     |
|--|-----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 04  |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....  | 07  |
| 3. Объем дисциплины .....  | 07  |
| 4. Содержание дисциплины .....   | 08  |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....   | 08  |
| 4.2. Занятия лекционного типа.....   | 08  |
| 4.3. Занятия семинарского типа .....   | 010 |
| 4.3.1. Лабораторные занятия .....  | 010 |
| 4.4. Самостоятельная работа .....  | 010 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....                                       | 11  |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....  | 11  |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....   | 11  |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....   | 12  |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....  | 12  |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....                          | 14  |
| 10.1. Информационные технологии .....  | 14  |
| 10.2. Программное обеспечение .....  | 14  |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....   | 14  |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....                                | 14  |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....  | 14  |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации  |     |

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

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|---|---|--|
| <p><b>ПК-1</b> Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</p> | <p><b>ПК-1.18</b><br/>Изготовление катализатора с заданными физико-химическими и структурно-прочностными свойствами</p> | <p><b>Знать:</b><br/>– состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки, основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки, методы получения катализаторов;<br/><b>Уметь:</b><br/>– подбирать катализатор и оптимальный режим для поставленных технологических задач нефтепереработки;<br/><b>Владеть:</b><br/>– навыками регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки.</p> |
|   | <p><b>ПК-1.19</b><br/>Технологические операции в производстве катализаторов гидропроцессов</p>                          | <p><b>Знать:</b><br/>– основное технологическое оборудование и принципы его работы;<br/><b>Уметь:</b><br/>– анализировать причины брака при производстве носителей и катализаторов;<br/><b>Владеть:</b><br/>– методами прогнозирования нештатных ситуаций при проведении технологических операций в производстве катализаторов нефтепереработки и разработки мероприятий по их предупреждению.</p>   |
|   | <p><b>ПК-1.20</b><br/>Проведение процесса добычи твердого минерального сырья</p>  | <p><b>Знать:</b><br/>-основные типы месторождений твердого минерально-го сырья;<br/><b>Уметь:</b><br/>-осуществлять выбор рационального способа добычи</p>   |

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                            | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|---|---|--|
|   |   | твердого минерального сырья;<br><b>Владеть:</b><br>Навыками разработки технологической схемы процесса добычи.  |
|   | <b>ПК-1-21</b><br>Проведение процесса обогащения горно-химического сырья        | <b>Знать:</b><br>-способы обогащения горно-химического сырья;<br>-виды флотации и типы флотационных машин;<br>-типы фосфорсодержащих руд , калийсодержащих руд, серосодержащего сырья;<br><b>Уметь:</b><br>-проводить расчёт основных показателей обогащения сырья;<br>-проводить расчёт основных параметров флотатора;<br>-проводить оценку качества исходного сырья;<br><b>Владеть:</b><br>-навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения;<br>-методами определения оптимальных технологических режимов работы флотатора;<br>-навыками выбора наиболее эффективного метода переработки |
| <b>ПК-5</b> Способен применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования | <b>ПК-5.1</b><br>Методы исследования носителей и катализаторов нефтепереработки | <b>Знать:</b><br>– Современные методы проведения анализа структуры, состава и свойств катализаторов нефтепереработки;<br><b>Уметь:</b><br>– определять физико-химические и структурно-прочностные характеристики полупродуктов и катализаторов с использованием высокотехнологичного исследовательского оборудования;<br><b>Владеть:</b><br>– навыками работы на высокотехнологичном   |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                     | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | исследовательском оборудовании.  |
|                                | <b>ПК-5.2</b><br>Методы технического контроля и испытания катализаторов нефтепереработки | <b>Знать:</b><br>– контролируемые показатели качества продукции технологической схемы производства носителей, катализаторов нефтепереработки;<br><b>Уметь:</b><br>– анализировать возможные риски при осуществлении испытаний на автоматизированных установках;<br><b>Владеть:</b><br>– навыками работы на автоматизированной пилотной установке при испытаниях опытно-промышленного образца катализатора. |
|                                | <b>ПК-5.3</b><br>Контроль качества дробильного оборудования                              | <b>Знать:</b><br>-типы дробильного оборудования;<br><b>Уметь:</b><br>-анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов;<br><b>Владеть:</b><br>-навыками разработки требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций  |



## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.02.01), и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ», «Научные основы катализа и адсорбции». Полученные в процессе изучения дисциплины «Каталитические процессы нефтепереработки» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы  | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов |
|---|----------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/академических часов) | <b>4/144</b>               |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                    | <b>64</b>                  |
| занятия лекционного типа  | 24                         |
| занятия семинарского типа, в т.ч.:  | 36                         |
| семинары, практические занятия  | –                          |
| лабораторные работы (в т.ч. на практическую подготовку)                       | 36 (4)                     |
| курсовое проектирование (КР или КП)   | –                          |
| КСР   | 4                          |
| другие виды контактной работы   | –                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>   | <b>44</b>                  |
| <b>Форма текущего контроля</b> (К/р, реферат, РГР, эссе)                      | –                          |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)                | <b>Экзамен/36</b>          |

#### 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 и/или практические занятия   | Лабораторные работы |                                    |                         |   |
| 1.    | Особенности технологии катализаторов процессов нефтепереработки | 2                                    | –                                     | –                   | 14                                 | ПК-1                    | ПК-1.18<br>ПК-1.20<br>ПК-1.21<br>ПК-5.3 |
| 2.    | Каталитический крекинг углеводородов                            | 4                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 3.    | Гидрокрекинг углеводородов                                      | 2                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 4.    | Каталитический риформинг углеводородов                          | 4                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 5.    | Изомеризация алканов  | 4                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 6.    | Дегидрирование углеводородов                                    | 2                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 7.    | Алкилирование углеводородов                                     | 2                                    | –                                     | 4                   | 4                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.18<br>ПК-5.1                       |
| 8.    | Процессы гидроочистки топлива                                   | 4                                    | –                                     | 12                  | 6                                  | ПК-1<br>ПК-5            | ПК-1.19<br>ПК-5.2                       |

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Особенности технологии катализаторов процессов нефтепереработки.</u><br>Технологические характеристики твердых промышленных катализаторов нефтепереработки. Основные параметры при выборе катализаторов нефтепереработки. Основные направления развития. Этапы приготовления и способы производства промышленных катализаторов нефтепереработки. | 2                 | ЛВ                  |
| 2                    | <u>Каталитический крекинг углеводородов.</u><br>Место и назначение процесса каталитического крекинга в нефтехимии. Механизм, кинетика   | 4                 | ЛВ                  |

| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия   | Объем,<br>акад. часы | Инновационная<br>форма |
|----------------------------|---|----------------------|------------------------|
|                            | процесса каталитического крекинга. Промышленные катализаторы крекинга и технология синтеза. Влияние условий приготовления катализаторов на их свойства. Технологические схемы процессов каталитического крекинга.   |                      |                        |
| 3                          | <u>Гидрокрекинг углеводородов.</u><br>Место и назначение процессов гидрокрекинга в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса. Катализаторы гидрокрекинга. Технология приготовления катализаторов гидрокрекинга.   | 2                    | ЛВ                     |
| 4                          | <u>Каталитический риформинг углеводородов.</u><br>Место и назначение процессов каталитического риформинга в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса риформинга. Типы катализаторов риформинга. Технология приготовления катализаторов риформинга. Технологические схемы процессов каталитического риформинга. | 4                    | ЛВ                     |
| 5                          | <u>Изомеризация алканов.</u><br>Место и назначение процессов изомеризации в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса изомеризации. Типы катализаторов изомеризации. Технология приготовления катализаторов изомеризации. Технологические схемы процессов изомеризации алканов.                                 | 4                    | ЛВ                     |
| 6                          | <u>Дегидрирование углеводородов.</u><br>Место и назначение процессов дегидрирования углеводородов в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса. Окислительное дегидрирование углеводородов. Катализаторы дегидрирования. Технология приготовления катализаторов дегидрирования.                                  | 2                    | ЛВ                     |
| 7                          | <u>Алкилирование углеводородов.</u><br>Место и назначение процессов алкилирования в нефтехимии. Механизм, кинетика процесса алкилирования изобутана бутеном. Типы катализаторов алкилирования изобутана бутеном. Технология приготовления катализаторов алкилирования изобутана бутеном.                      | 2                    | ЛВ                     |
| 8                          | <u>Процессы гидроочистки топлива.</u><br>Место и назначение процессов гидроочистки топлива. Механизм, кинетика процессов гидроочистки. Типы катализаторов гидроочистки. Технология приготовления катализаторов гидроочистки.  | 4                    | ЛВ                     |

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы |   | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---|---------------------|
|                      |   | всего             | в том числе на практическую подготовку* |                     |
| 2                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов крекинга углеводородов                 | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 3                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов гидрокрекинга углеводородов            | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 4                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов риформинга углеводородов               | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 5                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов изомеризации пентан-гексановой фракции | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 6                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов дегидрирования бутана                  | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 7                    | Определение структурно-прочностных свойств катализаторов алкилирования изобутана бутеном        | 4                 |   | Групповая дискуссия |
| 8                    | Испытание катализатора гидроочистки дизельного топлива на установке проточного типа             | 12                | 4                                       | Групповая дискуссия |

#### 4.4. Самостоятельная работа.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения   | Объем, акад. часы | Форма контроля            |
|----------------------|---|-------------------|---------------------------|
| 1                    | Методы подготовки минерального сырья для изготовления катализаторов. Характеристики оборудования  | 14                | Тестирование в СДО moodle |
| 2                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора крекинга углеводородов                 | 4                 | Проверка документа        |
| 3                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора гидрокрекинга углеводородов            | 4                 | Проверка документа        |
| 4                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора риформинга                             | 4                 | Проверка документа        |
| 5                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора изомеризации пентан-гексановой фракции | 4                 | Проверка документа        |
| 6                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора дегидрирования бутана                  | 4                 | Проверка документа        |
| 7                    | Составление проекта паспорта опытного образца катализатора получения 2,2,4-триметилпентана        | 4                 | Проверка документа        |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения                      | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 8                    | Анализ функционирования катализатора гидроочистки дизельного топлива | 6                 | Защита отчёта  |

### **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.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (8 семестр).

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами для проверки знаний.

При сдаче экзамена обучающийся получает два вопроса из банка вопросов (время на выполнение – 45 минут).

Пример варианта вопросов на экзамене:

| Вариант № 1   |
|---|
| 1. Оценка кислотности катализаторов, сравнительные характеристики некоторых гетерогенных катализаторов. |
| 2. Методы формования носителей катализаторов гидроочистки дизельного топлива.                           |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **а) печатные издания:**

1. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; перевод с английского В.И. Ролдугина. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 501 с. – ISBN 978-5-91559-044-0

2. Крылов, О.В. Гетерогенный катализ: Учебное пособие для вузов по специальностям «Химическая кинетика и катализ» и «Химия» / О.В. Крылов. – Москва: Академкнига, 2004. – 679 с. – ISBN 5-94628-141-0

3. Потехин, В.М. Теоретические основы процессов переработки природных энергоносителей. Часть I: учебное пособие для заочной формы обучения специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» / В.М. Потехин, А.М. Сыроежко, Б.В. Пекаревский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии нефтехимических и углехимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 155 с.

4. Конверсия *n*-бутана – метод тестирования твердокислотных катализаторов и их носителей для процессов нефтепереработки: учебное пособие / П.Н. Боруцкий [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский

государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 94 с.

5. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 58 с.

**б) электронные учебные издания:**

6. Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для бакалавров и магистров по направлениям «Химическая технология» / В.М. Потехин, В.В. Потехин. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. – 896 с. – ISBN 978-5-8114-1662-2 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: по подписке.

7. Конверсия *n*-бутана – метод тестирования твердокислотных катализаторов и их носителей для процессов нефтепереработки: учебное пособие / П.Н. Боруцкий [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 94 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. Мальцева, Н.В. Определение механической прочности наноструктурированных пористых тел: катализаторов, носителей и сорбентов: методические указания к лабораторным работам / Н.В. Мальцева, Ю.В. Александрова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 58 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

**8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>;

Электронно-библиотечные системы:

– «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

– ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Каталитические процессы нефтепереработки» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

СТО СПбГТИ 020–2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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

являются:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, 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 виртуальной среды обучения LMS Moodle.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Пакеты прикладных программ стандартного набора (LibreOffice, MathCAD).

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

- справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;
- база данных Reaxys <https://www.reaxys.com>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий № 205, 209, 210 соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через сервер, подключенный к сети института.

## **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  
«Каталитические процессы нефтепереработки»**

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

| Индекс компетенции | Содержание  | Этап формирования |
|--------------------|---|-------------------|
| <b>ПК-1</b>        | <b>Способен планировать мероприятия, направленные на улучшение технологических показателей, качества выпускаемой продукции, сокращение потерь, снижение операционных затрат при реализации химико-технологических процессов</b> | промежуточный     |
| <b>ПК-5</b>        | <b>Способен применять стандартные методы контроля качества производимой продукции и используемого оборудования</b>  | 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)   |  |  |
|---|---|---------------------------|--|--|--|
|   |   |                           | «удовлетворительно» (пороговый)  | «хорошо» (средний)   | «отлично» (высокий)  |
| <b>ПК-1.18</b><br>Изготовление катализатора с заданными физико-химическими и структурно-прочностными свойствами | <b>Знает</b> состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки, основы технологии производства промышленных носителей и катализаторов нефтепереработки, методы получения катализаторов | Вопросы к экзамену № 1-34 | Перечисляет состав, свойства и марки промышленных катализаторов нефтепереработки   | Перечисляет промышленные методы получения катализаторов нефтепереработки   | Рассказывает об особенностях технологии катализаторов для процессов вторичной переработки нефти                      |
|   | <b>Умеет</b> подбирать катализатор и оптимальный режим для поставленных технологических задач нефтепереработки  | Вопросы к экзамену № 1-34 | При подборе катализатора допускает несущественные ошибки в выборе параметров технологического режима                         | Обосновывает причины применения катализатора для конкретного процесса нефтепереработки                                 | Устанавливает корреляционные зависимости между типом катализатора и режимом технологического процесса                |
|   | <b>Владеет</b> навыками регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки  | Вопросы к экзамену № 1-34 | Демонстрирует возможности направленного регулирования физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки | Устанавливает связь между различными физико-химическими и структурными характеристиками катализаторов нефтепереработки | Предлагает технологические приёмы оптимизации физико-химических и прочностных свойств катализаторов нефтепереработки |
| <b>ПК-1.19</b><br>Технологические операции в производстве катализаторов гидропроцессов                          | <b>Знает</b> основное технологическое оборудование и принципы его работы  | Вопросы к экзамену № 1-34 | Перечисляет основное технологическое оборудование в производстве катализаторов нефтепереработки                              | Рассказывает о принципах функционирования оборудования   | Правильно соотносит возможности оборудования и поставленные технологические задачи                                   |

|  |  |                            |  |   |   |
|--|--|----------------------------|--|---|---|
|  | <b>Умеет</b> анализировать причины брака при производстве носителей и катализаторов  | Вопросы к экзамену № 1-34  | Определяет возможные причины отклонения характеристик катализаторов заданных значений                                | Конкретизирует причины отклонения характеристик катализаторов заданных значений   | Предлагает возможные пути восстановления технологических характеристик катализаторов  |
|  | <b>Владеет</b> методами прогнозирования нештатных ситуаций при проведении технологических операций в производстве катализаторов нефтепереработки и разработки мероприятий по их предупреждению | Вопросы к экзамену № 1-34  | Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки | Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность технологических отказов и аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки | Разрабатывает стратегию снижения вероятности отказов и возможных аварийных ситуаций в производстве катализаторов нефтепереработки |
| <b>ПК-1.20</b><br>Проведение процесса добычи твердого минерального сырья | <b>Знает</b> основные типы месторождений твердого минерального сырья   | Вопросы к экзамену № 35-39 | Перечисляет основные типы месторождений твёрдого минерального сырья для производства катализаторов нефтепереработки  | Рассказывает о принципах выбора месторождений   | Правильно соотносит качество месторождений и поставленные технологические задачи  |
|  | <b>Умеет</b> осуществлять выбор рационального способа добычи твердого минерального сырья   | Вопросы к экзамену № 35-39 | Определяет рациональные способы добычи твердого минерального сырья   | Конкретизирует причины отклонения характеристик твердого минерального сырья   | Предлагает возможные пути достижения технологических характеристик катализаторов  |
|  | <b>Владеет</b> навыками разработки технологической схемы процесса добычи   | Вопросы к экзамену № 35-39 | Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций в процессе добычи                             | Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность технологических отказов и аварийных ситуаций   | Разрабатывает стратегию снижения вероятности отказов и возможных аварийных ситуаций   |
| <b>ПК-1.21</b><br>Проведение процесса обогащения горно-химического сырья | <b>Знает</b> способы обогащения горно-химического сырья, виды флотации и типы флотационных машин, типы фосфорсодержащих  | Вопросы к экзамену № 35-39 | Перечисляет способы обогащения горно-химического сырья для производства катализаторов нефтепереработки               | Рассказывает о видах флотации и типах флотационных машин  | Правильно соотносит тип оборудования, тип сырья поставленные технологические задачи   |

|   |   |                            |  |  |  |
|---|---|----------------------------|--|--|--|
|   | руд , калийсодержащих руд , серосодержащего сырья   |                            |  |  |  |
|   | <b>Умеет</b> проводить расчёт основных показателей обогащения сырья, проводить расчёт основных параметров флотатора, проводить оценку качества исходного сырья  | Вопросы к экзамену № 35-39 | Проводит расчёт показателей процесса обогащения сырья  | Конкретизирует причины отклонения характеристик процесса обогащения  | Предлагает возможные пути достижения технологических характеристик сырья   |
|   | <b>Владеет</b> навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения, методами определения оптимальных технологических режимов работы флотатора, навыками выбора наиболее эффективного метода переработки | Вопросы к экзамену № 35-39 | Выбирает эффективный метод обогащения  | Определяет оптимальные параметры процесса обогащения   | Соотносит характеристики процесса обогащения сырья и качество носителей и катализаторов  |
| <b>ПК-5.1</b><br>Методы исследования носителей и катализаторов нефтепереработки | <b>Знает</b> современные методы проведения анализа структуры, состава и свойств катализаторов нефтепереработки  | Вопросы к экзамену № 40-63 | Перечисляет методы, средства и порядок технологического контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов нефтепереработки | Перечисляет преимущества и недостатки различных методов и средств контроля сырья, промежуточных и готовых носителей и катализаторов нефтепереработки | Перечисляет передовое аналитическое оборудование, которое может быть рекомендовано к внедрению в производстве катализаторов нефтепереработки |
|   | <b>Умеет</b> определять физико-химические и структурно-прочностные характеристики полупродуктов и катализаторов с использованием  | Вопросы к экзамену № 40-63 | Сопоставляет пики на характерных дифрактограммах и эффекты на термоаналитических кривых с  | Успешно обрабатывает данные рентгенофазового и/или термического анализа с получением количественных оценок фазового состава                          | Формулирует выводы о фазовом составе и дисперсности образца дифрактограммам и/или термоаналитическим кривым                                  |

|  |  |                            |   |   |   |
|--|--|----------------------------|---|---|---|
|  | высокотехнологического оборудования  |                            | соответствующими им фазами  |   |   |
|  | <b>Владеет</b> навыками работы на высокотехнологическом исследовательском оборудовании   | Вопросы к экзамену № 40-63 | Работает на оборудовании только в присутствии оператора   | Выполняет некоторые операции без участия оператора  | Имеет разрешение самостоятельной работы на оборудовании   |
| <b>ПК-5.2</b><br>Методы технического контроля и испытания катализаторов нефтепереработки | <b>Знает</b> контролируемые показатели качества продукции технологической схемы производства носителей, катализаторов нефтепереработки | Вопросы к экзамену № 40-63 | Перечисляет рациональные диапазоны параметров синтеза носителей и катализаторов нефтепереработки                  | Различает процессы, протекающие при синтезе носителей и катализаторов нефтепереработки                    | Соотносит диапазоны изменения параметров каждого этапа синтеза с требуемыми характеристиками носителей и катализаторов нефтепереработки |
|  | <b>Умеет</b> анализировать возможные риски при осуществлении испытаний на автоматизированных установках                                | Вопросы к экзамену № 40-63 | Составляет перечень возможных неполадок и вероятных аварийных ситуаций при работе на автоматизированной установке | Составляет иерархию отказов и рассчитывает вероятность отказов при работе на автоматизированной установке | Разрабатывает план предотвращения аварийных ситуаций при работе на автоматизированной установке   |
|  | <b>Владеет</b> навыками работы на автоматизированной пилотной установке при испытаниях опытно-промышленного образца катализатора       | Вопросы к экзамену № 40-63 | Устанавливает допустимые параметры проведения испытаний в присутствии оператора                                   | Самостоятельно устанавливает допустимые параметры проведения испытаний                                    | Самостоятельно осуществляет запуск и остановку автоматизированной установки   |
| <b>ПК-5.3</b><br>Контроль качества дробильного оборудования                              | <b>Знает</b> типы дробильного оборудования   | Вопросы к экзамену № 64-72 | Приводит наиболее значимые типы промышленного дробильного оборудования  | Описывает особенности режимов эксплуатации и выбора параметров мелющих тел                                | Анализирует их влияние на свойства продуктов и устанавливает взаимосвязь дефектов с отклонениями технологического режима                |
|  | <b>Умеет</b> анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов  | Вопросы к экзамену № 64-72 | Перечисляет основные технологические параметры, влияющие на свойства материалов                                   | Демонстрирует влияние технологических параметров на конкретные свойства                                   | Предлагает наиболее оптимальные диапазоны технологических параметров для процессов  |

|  |   |                            |  |  |  |
|--|---|----------------------------|--|--|--|
|  |   |                            |  | полученного материала  | измельчения  |
|  | <b>Владеет</b> навыками разработки требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций | Вопросы к экзамену № 64-72 | Называет некоторые из требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций | Приводит основные требования к организации и режимным показателям типовых технологических операций | Обосновывает необходимость каждого из требований к организации и режимным показателям технологических операций |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

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

#### **3.1 Типовые контрольные вопросы к экзамену**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Основные характеристики гетерогенных катализаторов и методы их определения. Существующие теории катализа. Краткая характеристика.
2. Классификация промышленных гетерогенных катализаторов, их применение в нефтегазопереработке.
3. Кислотный катализ. Кислотные центры и их участие в реакциях.
4. Оценка кислотности катализаторов, сравнительные характеристики некоторых гетерогенных катализаторов.
5. Причины появления кислотности у алюмосиликатных катализаторов.
6. Природа каталитически активных центров цеолитов, типы катализируемых реакций.
7. Окислительно-восстановительный катализ. Катализ на металлах и полупроводниках. Промышленные гетерогенные катализаторы. Классификация и характеристики.
8. Деактивация гетерогенных катализаторов, классификация.
9. Регенерация гетерогенных катализаторов.
10. Цеолиты, их строение, химический состав, свойства. Цеолитсодержащие катализаторы, их состав и катализируемые реакции.
11. Причины деактивации катализаторов. Виды деактивации катализаторов.
12. Способы регенерации катализаторов крекинга.
13. Катализаторы каталитического крекинга, марки, состав, деактивация, регенерация.
14. Термодинамика реакций крекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
15. Дайте краткую характеристику свойств катализаторов гидрокрекинга.
16. Активация, деактивация и регенерация катализаторов гидрокрекинга.
17. Марки зарубежных и российских катализаторов гидрокрекинга.
18. Термодинамика реакций гидрокрекинга. Особенности проведения в промышленности. Способы смещения равновесия.
19. Каталитический риформинг бензинов прямой гонки. Катализаторы, состав сырья, продуктов, особенности осуществления в промышленности.
20. Катализаторы каталитического риформинга, марки, состав, деактивация, регенерация.
21. Методы активация и деактивация катализаторов риформинга.
22. Назовите марки зарубежных и российских катализаторов риформинга.
23. Осуществление процесса риформинга с периодической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
24. Осуществление процесса риформинга с циклической регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
25. Осуществление процесса риформинга с непрерывной регенерацией катализатора. Особенности аппаратного оформления.
26. Дайте краткую характеристику свойств катализаторов изомеризации.
27. Активация, деактивация и регенерация катализаторов изомеризации.
28. Назовите тенденции совершенствования катализаторов процесса изомеризации.
29. Назовите марки зарубежных и российских катализаторов изомеризации.
30. Назначение процессов изомеризации алканов. Исходное сырье.
31. Высокотемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.
32. Среднетемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.



33. Низкотемпературная изомеризация углеводородов. Условия проведения, катализаторы, исходное сырье, продукты реакции.
34. Каталитическое дегидрирование предельных углеводородов.
35. Классификация руд. Понятия: целевой компонент, минерал, месторождения полезных ископаемых, балансовые и забалансовые руды.
36. Правила рациональной комплексной переработки минерального сырья (твердые полезные ископаемые).
37. Классификация способов обогащения руд. Механические, химико-механические, термические и химические способы. Принципы обогащения. Качественно-количественные показатели обогащения сырья.
38. Флотация. Виды. Физико-химическая основа процесса. Флотационные реагенты-виды, назначение. Принципы действия и примеры флотационных реагентов.
39. Конверсионный и гидротермический способ переработки руд.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

40. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства алюмооксидных носителей и технологические приемы их регулирования.
41. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства алюмосиликатных носителей и технологические приемы их регулирования.
42. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства цеолитов и технологические приемы их регулирования.
43. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства смешанных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
44. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства нанесенных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
45. Влияние условий проведения основных технологических стадий на свойства осажденных катализаторов и технологические приемы их регулирования.
46. Особенности приготовления таблетированных, экструдированных, агломерированных носителей и катализаторов в рамках технологии смешения в сочетании с технологиями нанесения и осаждения.
47. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов в виде порошков, микросфер, волокон.
48. Особенности требований и технологии, аппаратное обеспечение носителей и катализаторов в виде пленок, тонкослойных покрытий.
49. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов в виде гранул различной формы и блоков сотовой структуры.
50. Особенности требований и технологии носителей и катализаторов специальных форм - гибкие эластичные и специальные конструктивные элементы.
51. Физико-химические основы технологической стадии диспергирования, виды диспергирования и их аппаратное решение.
52. Особенности и сравнительная характеристика механического и термодиспергирования.
53. Физико-химические основы и приемы регулирования свойств носителей и катализаторов на стадии нанесения активных компонентов.
54. Физико-химические основы и приемы регулирования свойств носителей и катализаторов на термических стадиях.
55. Физико-химические и технологические основы регулирования пористой структуры оксидных носителей и катализаторов – индивидуальных и смешанных.
56. Физико-химические и технологические основы введения добавок промоторов, активаторов

57. Физико-химические и технологические основы введения модифицирующих и стабилизирующих добавок, упрочняющих носители и катализаторы
58. Физико-химические и технологические основы введения добавок, упрочняющих носители и катализаторы.
59. Катализаторы, содержащие благородные металлы. Особенности технологии, условия стадии восстановления.
60. Возможные нештатные ситуации при производстве носителей и катализаторов, меры их предотвращения или устранения.
61. Исследование реологических характеристик, механической прочности, дифференциальный термический анализ, рентгенофазовый анализ как методы обеспечения качества технологический разработок.
62. Исследование поверхностных кислотно-основных свойств, инфракрасная спектроскопия; электронная микроскопия; адсорбция как методы обеспечения качества технологический разработок.
63. Методическое, аппаратное и приборное обеспечение контроля эксплуатационных каталитических характеристик.
64. Щековые дробилки. Особенности конструкции.
65. Щековые дробилки Рациональные режимы их работы.
66. Валковые дробилки. Особенности конструкции.
67. Валковые дробилки Рациональные режимы их работы.
68. Конусные дробилки. Особенности конструкции.
69. Конусные дробилки Рациональные режимы их работы
70. Устройство основных типов шаровых мельниц. Схемы работы струйных мельниц.
71. Мельницы для сверхтонкого измельчения.
72. Особенности классификации измельчённых материалов.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 45 мин.

#### **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 СПбГТИ 016–2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.