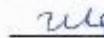




МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбТИ(ТУ))

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор

  
« 22 » 2022 г.



**Программа кандидатского экзамена**

**2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических  
веществ»**

Санкт-Петербург  
2022

## **Введение**

Настоящая программа кандидатского экзамена разработана для научной специальности 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Экзаменуемый должен показать высокий уровень теоретической и профессиональной подготовки, знание общих концепций и методологических вопросов научной специальности, истории ее формирования и развития, глубокое понимание основных разделов теории и практики изученного материала, а также умение применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Настоящая программа составлена на кафедре технологии нефтехимических и углехимических производств Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню владения теоретическим материалом, терминологической подготовленности и степени освоения дисциплины «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

### **1. Порядок проведения кандидатского экзамена**

Проведение кандидатского экзамена осуществляется в форме открытого заседания экзаменационной комиссии. Кандидатский экзамен проводится в устной форме.

Аспиранты с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать данный экзамен, как в устной форме, так и в письменной форме.

Экзаменационные билеты должны включать два вопроса из программы кандидатского экзамена по специальности и один вопрос из дополнительной программы, которая составляется аспирантом (соискателем) совместно с научным руководителем в соответствии с темой диссертационной работы соискателя и рассматривается на заседании кафедры.

Для подготовки к ответу аспиранту отводится не более 60 минут, а на ответ – не более 30 минут. При ответе на вопросы экзаменационного билета члены экзаменационной комиссии могут задавать дополнительные вопросы аспиранту только в рамках содержания вопросов экзаменационного билета.

Во время заседания экзаменационной комиссии ведётся протокол в соответствии с установленным образцом.

Решение экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии. Уровень знаний оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты экзамена оформляются протоколом и объявляются всем аспирантам группы в тот же день после завершения сдачи кандидатского экзамена.

Все прочие необходимые условия приема кандидатского экзамена изложены в нормативных документах (локальных актах) СПбГТИ(ТУ).

### **2. Основное содержание программы кандидатского экзамена**

2.1 Современное состояние и перспективы развития нефтяной, угольной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности России и за рубежом.

2.2 Состав нефти, газа и газоконденсата. Состав природного, попутных газов и газоконденсатов. Состав нефти: элементный и групповой химический состав, гетероатомные соединения. Фракционный состав.

2.3 Классификация нефтей: классификация по физическим свойствам, химическая, технологическая и техническая классификации. Методы исследования состава нефти и газа.

2.4 Первичная переработка нефти, газа и газоконденсата и подготовка твердого топлива к переработке.

2.5 Стабилизация нефти и газового конденсата. Обезвоживание и обессоливание нефти. Электрообессоливающие установки (ЭЛОУ). Установка атмосферной перегонки нефти (АТ) и вакуумной перегонки мазута. Вакуумсоздающие системы. Продукты первичной перегонки нефти. Складирование и хранение углей на коксохимических предприятиях. Технология дробления и обогащения углей.

2.6 Термические процессы переработки углеводородного сырья. Теоретические основы термических процессов. Механизм реакций, термодеструкция различных классов углеводородов. Термический крекинг. Газификация и деструктивная гидрогенизация твердого топлива. Висбрекинг.

2.7 Термокаталитические процессы переработки нефтяного и газового сырья.

2.8 Каталитический крекинг. Механизм реакций, превращения различных классов углеводородов. Катализаторы процесса.

2.9 Гидроочистка дистиллятного сырья и нефтяных остатков. Каталитический риформинг бензиновых фракций. Сырьё, химизм и термодинамика процесса. Катализаторы и параметры процесса. Риформинг для производства бензола, толуола, ксилолов.

2.10 Гидрокрекинг. Сырьё процесса, катализаторы, основные реакции и продукты.

2.11 Процессы переработки тяжелого нефтяного сырья. Промышленные термические процессы переработки тяжелых нефтяных остатков- висбрекинг, донорно-водородный крекинг, коксование и пиролиз. Перспективные технологии переработки кислых гудронов и нефтешламов.

2.12 Технологии производства нефтяных пеков и кокса, технического углерода и углеродных волокон. Изменение свойств и структуры кокса при термообработке. Технологии производства игольчатого кокса. Анализы качества нефтяного кокса. Облагораживание коксов и дистиллятных фракций процесса коксования.

2.13 Процессы переработки нефтезаводских газов. Газофракционирующие установки. Методы алкилирования изобутана олефинами. Олигомеризация олефинов. Изомеризация парафиновых углеводородов. Производство серы. Производство водорода методом паровой конверсии нефтезаводских газов.

2.14 Методы разделения и очистки продуктов переработки нефти, угля и газа. Процессы разделения нефти, газа и продуктов их переработки. Классификация методов выделения товарных продуктов из угля и других твердых горючих ископаемых. Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей. Селективность растворителей по отношению к разделяемым компонентам, её термодинамический критерий.

2.15 Характеристика товарных продуктов переработки нефти, природного газа и угля. Автомобильные бензины. Реактивные топлива. Дизельные топлива. Экологические и технические требования к качеству моторных топлив. Альтернативные негидрогенизационные методы повышения качества топлив. Котельные, судовые, газотурбинные и печные топлива. Нефтяные смазочные масла, производство, требования к качеству. Присадки к топливам и маслам. Битумы. Технический углерод. Коксы. Нефтяные растворители. Моторные топлива и из угля, сланца и газа.

2.16 Современные представления о структуре углей. Изменение структуры угля по стадиям химической зрелости. Научные и технологические классификации углей различных стадий метаморфизма. Современные представления о молекулярной и надмолекулярной структуре углей. Топливные и нетопливные технологии переработки углей разных стадий углефикации.

2.17 Химическая технология углеродных материалов. Аппаратурное оформление процессов полукоксования различных видов ТГИ. Качество каменноугольных коксов и полукоксов. Характеристика жидких и газообразных продуктов полукоксования и коксования углей и сланцев. Газификация углей и сланцев. Деструктивная гидрогенизация

углей. Коксование углей средних стадий метаморфизма. Новые процессы подготовки и коксования углей. Технология переработки сланцев и жидких продуктов сланцепереработки. Свойства и применение материалов на основе углерода.

2.18 Современное состояние и перспективы развития производства материалов на основе углерода в России и за рубежом. Углеграфитовые конструкционные и углеродные композиционные материалы и изделия из них. Особо чистые графиты. Углеродные волокна. Слоистые соединения, фуллерены, нанотрубки. Технологии получения, особенности строения и области использования. Физические, механические, химические и другие свойства материалов на основе углерода. Методы определения этих свойств.

2.19 Экологические проблемы переработки нефти, угля и газа. Мероприятия по защите окружающей среды: атмосферного воздуха, водоёмов, почвы. Образование нефтешламов, кислой смолки и технологии их переработки. Е-фактор как характеристика экологичности производственных процессов. Очистка сточных вод коксохимических нефтеперерабатывающих предприятий. Взрыво- и пожароопасность технологических блоков коксохимических предприятий и нефтеперерабатывающих производств.

### **3. Примерный перечень экзаменационных вопросов**

1. Современное состояние и перспективы развития нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности России и за рубежом.
2. Мировые и российские запасы нефти и газа.
3. Характеристика основных месторождений нефти, газа и газоконденсата в России.
4. Состав нефти: элементный и групповой химический состав, гетероатомные соединения.
5. Классификация нефтей: классификация по физическим свойствам, химическая, технологическая классификации.
6. Методы исследования состава нефти и газа.
7. Физико-химические свойства нефтей и нефтепродуктов.
8. Современные требования качества товарных нефтепродуктов.
9. Основные методы разделения и очистки углеводородного сырья.
10. Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей.
11. Теория образования твердых горючих ископаемых.
12. Изменение группового состава твердых горючих ископаемых по стадиям зрелости.
13. Современные представления о строении угольного вещества.
14. Понятие о спекаемости и коксуемости углей. Теория спекаемости углей.
15. Сырье для производства углеродных материалов.
16. Механизм графитации нефтяных и пековых коксов.
17. Перспективные направления развития процессов переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых
18. Подготовка нефти и газа к переработке
19. Поточные схемы переработки нефти
20. Первичные процессы переработки нефти. Способы обессоливания и обезвоживания нефти.
21. Первичная переработка нефти. Основные схемы вакуумной перегонки мазута.
22. Общая характеристика термодеструктивных процессов нефтепереработки (термический крекинг, висбрекинг, коксование, пиролиз).
23. Термический крекинг тяжелого нефтяного сырья. Механизм процесса.
24. Каталитический крекинг (назначение, сырье, параметры и катализаторы процесса, характеристика продуктов).

25. Процессы гидроочистки дистиллятных фракций. Схема процесса гидроочистки керосино-газойлевых фракций. Характеристика продуктов.
26. Замедленное коксование нефтепродуктов (назначение, сырье, параметры процесса, конечные продукты).
27. Технологии получения нефтяных коксов. Представление о механизме процесса, выбор сырья и параметров процесса.
28. Пиролиз нефтепродуктов (назначение, сырье и параметры процесса). Технологическая схема установки пиролиза газообразного и жидкого сырья.
29. Селективная очистка масел (назначение и параметры процесса).
30. Аппаратурное оформление процесса изомеризации насыщенных и алкилароматических углеводородов.
31. Технологическая схема установки гидроочистки светлых нефтепродуктов.
32. Технологическая схема установки деасфальтизации гудрона.
33. Гидрокрекинг нефтяного сырья. Схемы процессов, состав продуктов.
34. Полукоксование и среднетемпературное коксование углей.
35. Химический состав топлив и методы его контроля.
36. Физико-химические свойства топлива. Методы оценки.
37. Схемы синтеза высокооктановых компонентов бензина.
38. Деструктивная гидрогенизация твердых горючих ископаемых.
39. Термоокислительные процессы переработки твердых горючих ископаемых.
40. Синтез метанола из оксида углерода и водорода.
41. Варианты переработки органических и минеральных веществ твердых горючих ископаемых.
42. Технология получения углеродных волокон. Их ассортимент.
43. Безотходные технологии переработки углеводородного сырья.
44. Подготовки сырья для производства углеродных материалов.

#### 4. Рекомендуемая литература

##### а) печатные издания:

1. Технология переработки нефти : учебное пособие. Ч. 1 : Первичная переработка нефти/ О. Ф. Глаголева, В. М. Капустин, Т. Г. Гюльмисарян и др.; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина. - М. : Химия ; М. : КолосС, 2005. - 399 с. - ISBN 5-98109-024-3.
2. Капустин, В.М. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы / В.М. Капустин, А.А. Гуреев. – М.: КолосС, 2007. – 334 с. - ISBN: 978-59532-0531-3.
3. Технология переработки нефти и газа : учебник для вузов по спец. «Химическая технология переработки нефти и газа». - М. : Химия. Ч. 2 : Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов / Е. В. Смидович. - 3-е изд., перераб. и доп. - 1980. - 328 с.
4. Смидович, Е.В. Технология переработки нефти и газа. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов / Е. В. Смидович. - 4-е изд., стер., перепеч. с 3-го изд. 1980г. - М. : Альянс, 2011. - 328 с. - ISBN 978-5-903034-97-0.
5. Малотоннажная переработка нефти, газа и газоконденсата / А. А. Гайле, В. В. Колесов, В. Н. Чистяков и др.; под ред. А. А. Гайле. - СПб. : Химиздат, 2010. - 335 с. - ISBN 978-5-93808-187-1.
6. Химия нефти и газа : учебное пособие для вузов / А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.; Под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. : Химия. СПб. отд-ние, 1995. - 446 с. - ISBN 5-7245-1023-5.

7. Гайле, А.А. Современное состояние и экологические проблемы российской нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии: Учебное пособие / А. А. Гайле ; СПбГТИ(ТУ). - СПб., 2012. - 93 с.
8. Нефтегазовый комплекс России и первичная переработка нефти / А. А. Гайле [и др.] ; [Под ред. А. А. Гайле]. - СПб. : Химиздат, 2016. - 448 с. - ISBN 978-5-93808-260-1.
9. Гайле, А.А. Теоретические основы процессов разделения с использованием селективных растворителей : Учебное пособие / А. А. Гайле. - СПб.: 2009. - 76 с.
10. Магарил, Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти : Учеб. пособие для вузов / Р. З. Магарил. – Л. : Химия, 1985. - 280 с.

**б) электронные издания:**

1. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата : учебник / В. М. Потехин. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб : Лань, 2021. — 568 с. — ISBN 978-5-8114-2623-2 (ЭБС Лань).
2. Кукурина, О. С. Технология переработки углеводородного сырья : учебное пособие / О. С. Кукурина, А. А. Ляпков. — СПб.: Лань, 2020. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-4241-6. <https://e.lanbook.com/book/133887>.
3. Голубева, И. А. Газоперерабатывающие предприятия России : монография / И. А. Голубева, И. В. Мещерин, Е. В. Родина ; под редакцией А. Л. Лapidуса. — 2-е изд., стер. — СПб : Лань, 2021. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-7172-0. <https://e.lanbook.com/book/156409>.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
3. Российская национальная библиотека - [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Библиотека Академии наук - [www.rasl.ru](http://www.rasl.ru)
5. Библиотека по естественным наукам РАН - [www.benran.ru](http://www.benran.ru)
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
9. Реферативная база данных научных публикаций WebofScience- [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)
10. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com>