

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.07.2023 21:51:11  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 25 » апреля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Технология водорода и водородная энергетика**

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**

Направленность программы бакалавриата

**«Технология неорганических веществ и минеральных удобрений»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **технологии неорганических веществ**

Санкт-Петербург

2023



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины .....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	07
4.3.1. Лабораторные занятия .....	07
4.4. Самостоятельная работа .....	07
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	08
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	08
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	10
10.1. Информационные технологии .....	10
10.2. Программное обеспечение .....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	11

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-1.19</b> Проведение процесса добычи твердого минерального сырья</p>	<p><b>Знать:</b> – основные типы месторождений твердого минерального сырья; <b>Уметь:</b> – осуществлять выбор рационального способа добычи твердого минерального сырья; <b>Владеть:</b> – навыками разработки технологической схемы процесса добычи.</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен осуществить контроль качества сырья и продукции с использованием физико-химических методов анализа и провести проверку технического состояния оборудования</p>	<p><b>ПК-5.1</b> Технологии производства водорода</p>	<p><b>Знать:</b> - методы промышленного производства водорода и его основные показатели; <b>Уметь:</b> - рассчитывать материальные и энергетические балансы процессов производства водорода; <b>Владеть:</b> – навыками определения оптимальных параметров процесса получения водорода.</p>
	<p><b>ПК-5.2</b> Контроль качества обогащения горно-химического сырья</p>	<p><b>Знать:</b> – способы обогащения горно-химического сырья; <b>Уметь:</b> – проводить расчёт основных показателей обогащения сырья и проводить оценку качества процесса; <b>Владеть:</b> – навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения.</p>

## 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», «Электротехника и промышленная электроника», «Технология электротермических производств», «Процессы и аппараты химической технологии», «Физическая химия», «Химическая технология неорганических веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технология водорода и водородная энергетика» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Оборудование и основы проектирования производств неорганического синтеза», при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (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 (5)
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.	Водородная энергетика	6	–	–	8	ПК-1 ПК-5	ПК-1.19 ПК-5.1 ПК-5.2
2.	Технология водорода	4	–	–	8	ПК-5	ПК-5.1
3.	Способы получения водорода	2	–	18	8	ПК-5	ПК-5.1
4.	Хранение и транспортировка водорода	4	–	–	12	ПК-5	ПК-5.1
5.	Топливные элементы	4	–	10	4	ПК-5	ПК-5.1
6.	Меры безопасности при использовании водорода	4	–	8	4	ПК-5	ПК-5.1

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Водородная энергетика.</u> История возникновения водородной энергетики и её текущее положение. Перспективы развития, преимущества и недостатки водородной энергетики.	6	ЛВ
2	<u>Технология водорода.</u> Физико-химические свойства водорода. Ортоводород и параводород. Изотопы водорода. Основные энергетические характеристики водорода. Преимущества и недостатки использования водорода в качестве энергоносителя.	4	ЛВ
3	<u>Способы получения водорода.</u> Основные методы производства водорода. Паровая конверсия природного газа. Газификация угля и электролиз воды. Конверсия оксидов углерода водяным паром. Алюмоникелевый и железохромовый катализаторы конверсии. Сравнение энергетических и экономических показателей различных методов производства водорода.	2	ЛВ
4	<u>Хранение и транспортировка водорода</u>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Физические и химические методы хранения водорода. Особенности хранения газообразного водорода, жидкого водорода и водорода в связанном состоянии. Работа адиабатического сжатия водорода. Технологии сжижения водорода. Экономичность и эффективность различных методов хранения и транспортировки водорода.		
5	<u>Топливные элементы.</u> Общие сведения, принцип работы и КПД топливных элементов. Преимущества использования топливных элементов. Виды топливных элементов, их характеристики, классификация, особенности строения и режимы работы. Твердооксидные топливные элементы.	4	ЛВ
6	<u>Меры безопасности при использовании водорода.</u> Принципы техники безопасности при работе с газообразным и жидким водородом. Нормативно-техническая документация, регламентирующая условия безопасного использования водорода. Ингибирование и балластировка выбросов водорода инертными газами.	4	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
3	Моделирование процесса паровой конверсии метана	10	2	–
3	Моделирование процесса конверсии оксида углерода (II)	8	2	–
5	Расчет мощности топливного элемента	6	–	–
5	Определение КПД топливного элемента	4	–	–
6	Расчёт показателей пожаро- и взрывоопасности водородно-воздушных и водородно-кислородных смесей	8	1	–

### 4.4. Самостоятельная работа.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Глобальные проблемы традиционной энергетики	8	Письменный опрос
2	Мировые объемы производства водорода и перспективы их развития	8	Письменный опрос
3	Оценка стоимости водорода, полученного разными методами	8	Письменный опрос
4	Криогенная специфика водородных технологий	4	Письменный опрос
4	Материалы для водородной энергетики	4	Письменный опрос
4	Типы устройства водородных хранилищ	4	Письменный опрос
5	Техническое регулирование в области производства и использования топливных элементов	4	Письменный опрос
6	Показатели экологичности водородных технологий	4	Письменный 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.**

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 перечня вопросов (время подготовки к устному ответу – 45 минут).

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергетические характеристики водорода.</li> <li>2. Твердооксидные топливные элементы</li> </ol>
---

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. Башмаков, В. И. Межмолекулярные взаимодействия и конденсированные состояния веществ : Учебное пособие / В. И. Башмаков, Е. А. Александрова, Т. Б. Пахомова ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра неорганической химии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2022. - 39 с.

2. Евреинова, Н. В. Введение в специальность по электрохимии : учебное пособие / Н. В. Евреинова, И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 51 с.

3. Лаврищева, С.А. Каталитическая конверсия жидких углеводородов: Методические указания / С. А. Лаврищева, А. И. Миняев, Ю. В. Александрова; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2013. - 35 с.

4. Потехин, В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата : учебник в 2-х частях : учебник для подготовки бакалавров и магистров по направлению "Химическая технология" / В. М. Потехин ; СПбГТИ(ТУ). - СПб. : Химиздат, 2016. - 560 с.

5. Шошина, И. А. Изучение электрохимической реакции выделения водорода : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина, Г. С. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2015. - 17 с.

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

1. Башмаков, В. И. Межмолекулярные взаимодействия и конденсированные состояния веществ : Учебное пособие / В. И. Башмаков, Е. А. Александрова, Т. Б. Пахомова ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра неорганической химии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2022. - 39 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. Григорьев, Ю. М. Физика атома и атомных явлений : учебное пособие для вузов по направлению подготовки ВПО 03.03.02 (0011200) - физика / Ю. М. Григорьев ; Сев.-вост. федер. ун-т им. М. К. Аммосова. - Электрон. текстовые дан. - М. : Физматлит, 2015. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-1605-3 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: по подписке.

3. Дронов, С. В. Технический анализ природных энергоносителей : лабораторный практикум / С. В. Дронов, В. Н. Клементьев, А. М. Сыроежко; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2013. - 131 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

4. Евреинова, Н. В. Введение в специальность по электрохимии : учебное пособие / Н. В. Евреинова, И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 51 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

5. Козадеров, О. А. Современные химические источники тока : Учебное пособие по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратура и специалитет / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 132 с. - ISBN 978-5-8114-2121-3. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 20.03.2023). - Режим доступа: по подписке.

6. Лаврищева, С.А. Каталитическая конверсия жидких углеводородов: Методические указания / С. А. Лаврищева, А. И. Миняев, Ю. В. Александрова; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - СПб. : [б. и.], 2013. - 35 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

7. Шошина, И. А. Изучение электрохимической реакции выделения водорода: методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина, Г. С. Александрова;

СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 17 с.: ил. - Библиогр.: с. 15. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 20.03.2023). – 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 «Технология водорода и водородная энергетика» 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 ЭИОС.

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

Пакеты прикладных программ стандартного набора (LibreOffice, MathCAD, «ИВТАНтермо»).

### **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 Технологии неорганических веществ 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  
«Технология водорода и водородная энергетика»**

**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 осуществить контроль качества сырья и продукции с использованием физико-химических методов анализа и провести проверку технического состояния 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-1.19</b> Проведение процесса добычи твердого минерального сырья	<b>Знает</b> основные типы месторождений твердого минерального сырья	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Перечисляет наиболее распространённые типы месторождений твердого минерального сырья	Обосновывает достоинства и недостатки различных типов месторождений	Дает подробную классификацию и примеры наиболее крупных месторождений
	<b>Умеет</b> осуществлять выбор рационального способа добычи твердого минерального сырья	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Перечисляет основные критерии выбора способа добычи твердых полезных ископаемых	Приводит преимущества и недостатки добычи открытым и закрытым способом	Демонстрирует различные способы добычи на примерах промышленных производств
	<b>Владеет</b> навыками разработки технологической схемы процесса добычи	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Называет основные элементы химико-технологических систем и их обозначения	Проводит построение химико-технологических систем, но совершает незначительные ошибки	Без ошибок выполняет построение химико-технологических схем и обосновывает их эффективность для технических процессов
<b>ПК-5.1</b> Технологии производства водорода	<b>Знает</b> методы промышленного производства водорода и его основные показатели	Вопросы к экзамену № 7-38	Перечисляет методы промышленного производства водорода и его основные показатели	Правильно выбирает рациональный диапазон изменения управляющих параметров конкретного процесса	Анализирует влияние управляющих параметров на производительность и энергетические показатели процесса
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и энергетические балансы процессов производства водорода	Вопросы к экзамену № 7-38	Рассчитывает материальные и энергетические затраты на процесс, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок рассчитывает материальные и энергетические затраты в процессах производства водорода	Способен сопоставить полученные показатели материальных и энергетических балансов с показателями промышленных установок
	<b>Владеет</b> навыками определения	Вопросы к экзамену № 7-38	Определяет основные оптимальные	Без ошибок определяет оптимальные параметры	Предлагает способы повышения

	оптимальных параметров процесса получения водорода		параметры проведения процесса получения водорода, но допускает ошибки	проведения процесса получения водорода	эффективности предложенного процесса получения водорода
<b>ПК-5.2</b> Контроль качества обогащения горно-химического сырья	<b>Знает</b> способы обогащения горно-химического сырья	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Называет механические, термические, химико-механические, физические, гравитационные, гидрометаллургические способы обогащения	Демонстрирует знания о преимуществах и недостатках различных способов обогащения в зависимости от выбранного типа сырья	Приводит примеры применения схем обогащения сырья на действующих предприятиях отечественной промышленности
	<b>Умеет</b> проводить расчёт основных показателей обогащения сырья и проводить оценку качества процесса	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Формулирует принципы, лежащие в основе уравнений технологического баланса и показателей обогащения сырья	Выполняет расчёт основных показателей обогащения сырья, но совершает незначительные ошибки	Без ошибок проводит расчёт степени сокращения, выхода продукта, извлечения ценного компонента и степени обогащения
	<b>Владеет</b> навыками выбора наиболее эффективного метода обогащения	Вопросы к экзамену № 1-6, 17	Перечисляет некоторые из возможных способов проведения обогащения сырья	Предлагает последовательность операций, позволяющую проводить обогащение конкретного вида сырья, но допускает незначительные ошибки	Предлагает наиболее оптимальную последовательность технологических операций для обогащения конкретного вида сырья

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. Глобальные проблемы традиционной энергетики
2. Экологичность и безопасность в традиционной энергетике
3. Первичные и вторичные энергоресурсы
4. Проблемы добычи нефти и газа
5. Добыча угля в России и мире
6. Крупнейшие угольные месторождения

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

7. История водородной энергетики
8. Перспективы развития водородной энергетики
9. Преимущества и недостатки водородной энергетики
10. Физико-химические свойства водорода
11. Ортоводород и параводород. Изотопы водорода
12. Энергетические характеристики водорода
13. Применение водорода в качестве энергоносителя
14. Методы производства водорода
15. Мировые объемы производства водорода и перспективы их развития
16. Паровая конверсия природного газа
17. Газификация угля и электролиз воды
18. Конверсия оксидов углерода водяным паром
19. Катализаторы конверсии природного газа
20. Методы хранения водорода
21. Проблемы хранения и аккумулирования водорода
22. Типы устройства водородных хранилищ
23. Материалы для водородной энергетики
24. Технологии сжижения водорода
25. Жидкие и твердые гидриды
26. Методы транспортировки водорода
27. Топливные элементы, принцип работы и КПД
28. Области применения топливных элементов
29. Виды топливных элементов и их классификация
30. Твердополимерные топливные элементы
31. Щелочные топливные элементы
32. Топливные элементы с протонообменной мембраной
33. Топливные элементы на основе ортофосфорной кислоты
34. Твердооксидные топливные элементы
35. Расчет мощности топливного элемента
36. Техника безопасности при работе с водородом
37. Нормативно-техническая документация по безопасному использованию водорода
38. Показатели экологичности водородных технологий

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