

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.07.2023 21:42:15  
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 » февраля 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**БИОЭНЕРГЕТИКА И БИОТОПЛИВА**

Направление подготовки

**19.04.01 Биотехнология**

Направленность программы магистратуры

**Технологии биологических систем**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

**Б1.В.01**

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра технологии микробиологического синтеза

Санкт-Петербург

2022

## 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	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12

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

В результате освоения образовательной программы магистратуры 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-2</b> Способен разрабатывать новые и модернизировать существующие технологические процессы производства энергоносителей из возобновляемых источников сырья</p>	<p><b>ПК-2.1</b> Способен получать энергоносители из возобновляемых источников сырья</p>	<p><b>Знать:</b> Принципы промышленной биотехнологии при производстве энергоносителей биотехнологическим методом; <b>Уметь:</b> Решать задачи повышения эффективности процессов производства биотоплива биотехнологическим методом; <b>Владеть:</b> методами поиска оптимального решения по модернизации производства энергоносителей биотехнологическим методом.</p>
<p><b>ПК-3</b> Способен применять современные представления об основах биотехнологических, биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для решения профессиональных задач</p>	<p><b>ПК-3.9</b> Применяет современные представления об основах биотехнологических производств для переработки возобновляемых источников сырья в энергоносители</p>	<p><b>Знать:</b> Технологии производства биотоплива и энергии из возобновляемых источников сырья; <b>Уметь:</b> Анализировать состояние производства энергоносителей и энергии биотехнологическим способом с аналогами; <b>Владеть:</b> навыком оценки возможных способов совершенствования технологии производства энергоносителей биотехнологическим методом.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений. (Б1.В.01) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин бакалавриата «Микология», «Бактериология», «Вирусология», «Общая биотехнология». Полученные в процессе изучения дисциплины «Биоэнергетика и биотоплива» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Биогеотехнология», «Переработка промышленных и бытовых отходов», при прохождении производственной 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>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>62</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (32)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>46</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Биоэнергетика	6	20	-	24	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.9
2	Биотоплива	12	16	-	22	ПК-2 ПК-3	ПК-2.1 ПК-3.9

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Биоэнергетика. Понятие биоэнергетика. Ключевые определения. Стадии выработки энергии. Суточное потребление человеком энергии в различные эпохи. Исторические эпохи энергоносителей. Структура общего спроса на первичную энергию в мире. Сроки исчерпания ископаемых видов топлива. Данные по мировой энергетике: <u>производство и потребление энергии в мире.</u>	2	ЛВ
1	Источники энергии. Оценки оставшихся мировых невозобновляемых энергоресурсов. Оценка возобновляемых источников энергии. Шкала Кардашёва. Солнце как ключевой источник энергии. Тепловой баланс Земли.	2	ЛВ
1	Фотосинтез. Эффективность фотосинтеза. С3-фотосинтез, С4-фотосинтез. Пути увеличения продуктивности фотосинтезирующих систем. Теоретический предел. Влияние интенсивности света и концентрации CO <sub>2</sub> в атмосфере на продуктивность фотосинтеза. Современная концентрация углекислого газа в атмосфере. Гипотеза о метангидратном ружье.	2	ЛВ
2	Биотоплива. Первичные и вторичные биотоплива. Классификация вторичного биотоплива по сырьевой базе: 1-5 поколения биотоплив. Достоинства и недостатки. Способы	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	переработки биомассы в биотоплива: механические, термохимические, физико-химические, биохимические.		
2	Биоэтанол. История. Характеристика топливного этанола. Сырьевая база. Технологии получения. Сахарные культуры. Крахмальные культуры. Сухой и мокрый помол. Переработка лигниноцеллюлозного сырья. Биоэтанол из водорослей. Биоэтанол из синтез-газа. Раздельный и совместный гидролиз и ферментация. Концентрирование и очистка этанола. Абсолютизация спирта. Достоинства и недостатки. Перспективы.	2	ЛВ
2	Биодизель. История. Сырьевая база. Технология получения. Достоинства и недостатки. Перспективы.	2	ЛВ
2	Биобутанол. История. Сырьевая база. Технология получения. Достоинства и недостатки. Перспективы.	2	ЛВ
2	Биометан. История. Сырьевая база. Технология получения. Достоинства и недостатки. Перспективы.	2	ЛВ
2	Биоводород. Фотобиологический синтез (аноксигенный, оксигенный). Прямой биофотолиз. Непрямой биофотолиз. Темновая ферментация.	2	ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Круговорот энергии и вещества на Земле. Круговорот энергии и вещества в биосфере.	2	2	РД
1	Гипотезы происхождения нефти. Современное состояние энергетики.	2	2	РД
1	Солнечная энергия. Способы преобразования. История и современное состояние.	2	2	РД
1	Энергия ветра. Способы преобразования. История и	2	2	РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	современное состояние.			
1	Геотермальная энергия. Способы преобразования. История и современное состояние.	2	2	РД
1	Гидроэнергия. Способы преобразования. История и современное состояние.	2	2	РД
1	Энергия океана. Способы преобразования. История и современное состояние.	2	2	РД
1	Ядерная энергетика. История и современное состояние. Перспективы. Достоинства, недостатки, ограничения.	2	-	РД
2	Источники биомассы для биотоплива. Остатки и отходы промышленности. Отходы сельского хозяйства. Отходы городов. Водоросли и водные макрофиты. Фитопланктон и бентос.	4	4	РД
1	Термохимические способы получения топлив из биомассы. Непосредственное сжигание. Термическое разложение и шлакование. Термохимические процессы в переработке биомассы. Процесс пиролиза со ступенчатым испарением. Сжижение биомассы. Газификация топлив.	4	2	РД
2	Химические и биохимические способы получения топлив из биомассы. Анаэробная ферментация с образованием метана. Получение этанола ферментацией. Получение биодизеля. Биобутанол. Биеводород.	12	12	РД

#### 4.3.2. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Круговорот энергии и вещества в биосфере и на Земле. Гипотезы происхождения нефти. Современное состояние энергетики.	8	Доклад
1	Возобновляемые источники энергии. Способы преобразования. История и современное состояние.	8	Доклад
2	Источники биомассы для биотоплива.	8	Доклад
1	Термохимические способы получения топлив из биомассы.	8	Доклад
2	Химические и биохимические способы получения топлив из биомассы.	14	Доклад

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

##### Вариант № 1

1. Технологии получения биоэтанола из лигниноцеллюлозного сырья.
2. Биометан. История. Сырьевая база. Технология получения. Достоинства и недостатки. Перспективы.

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 учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

Гайле, А.А. Современное состояние и экологические проблемы российской нефтедобычи, нефтепереработки и нефтехимии : Учебное пособие / А. А. Гайле ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в. – Санкт-Петербург. : [б. и.], 2012. - 93 с.

Козлов, Г.В. Биокаталитическая трансэтерификация триглицеридов : учебное пособие / Г. В. Козлов, М. А. Пушкарёв ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2015. - 25 с.

Козлов, Г.В. Биокатализ в промышленности. Способы получения биотоплив : учебное пособие / Г. В. Козлов, М. А. Пушкарёв ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии микробиол. синтеза. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2015. - 49 с.

### б) электронные учебные издания:

Виноградова, А. В. Биотехнология топлива : учебное пособие / А. В. Виноградова, Г. А. Козлова, Л. В. Аникина. — Пермь : ПНИПУ, 2008. — 212 с. — ISBN 978-5-398-00077-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160933> (дата обращения: 12.01.2022). . — Режим доступа: по подписке.

Зайцев, С. Ю. Биоэнергетика фотосинтеза : учебно-методическое пособие / С. Ю. Зайцев, Т. А. Садовская. — Москва : МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2011. — 21 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49925> (дата обращения: 12.01.2022). . — Режим доступа: по подписке.

Альтернативные источники энергии : учебное пособие / Л. А. Насырова, С. В. Леонтьева, Р. Р. Фасхутдинов [и др.]. — Уфа : УГНТУ, 2019. — 122 с. — ISBN 978-5-7831-1931-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179266> (дата обращения: 12.01.2022). . — Режим доступа: по подписке.

## 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/>;

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

Scirus <http://www.scirus.com>

Scencedirect <http://www.sciencedirect.com>

PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>

CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>  
<http://www.pubs.acs.org>

CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>

CSA <http://www.csa.com>

Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).

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

Все виды занятий по дисциплине «Биоэнергетика и биотоплива» 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 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.**

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint ).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами мультимедийной и оргтехники.

## **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 «Биоэнергетика и биотоплива»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	<b>Способен разрабатывать новые и модернизировать существующие технологические процессы производства энергоносителей из возобновляемых источников сырья</b>	начальный
<b>ПК-3</b>	<b>Способен применять современные представления об основах биотехнологических, биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для решения профессиональных задач</b>	начальный

## 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-2.1</b> Способен получать энергоносители из возобновляемых источников сырья	<b>Знает</b> принципы промышленной биотехнологии при производстве энергоносителей биотехнологическим методом;	Правильные ответы на вопросы №1-17 к зачету	Студент при ответе на вопрос демонстрирует знание и понимание принципов промышленной биотехнологии при производстве энергоносителей. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством преподавателя.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует знание и понимание принципов промышленной биотехнологии при производстве энергоносителей. При ответе на вопросы допускает ошибки не принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует наиболее полное знание и понимание принципов промышленной биотехнологии при производстве энергоносителей. Показывает взаимосвязь основных понятий.
	<b>Умеет</b> решать задачи повышения эффективности процессов производства биотоплива биотехнологическим методом;	Правильные ответы на вопросы №1-17 к зачету	Студент при ответе на вопрос демонстрирует умение решать задачи повышения эффективности процессов производства биотоплива биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством	Студент при ответе на вопрос демонстрирует умение решать задачи повышения эффективности процессов производства биотоплива биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки не принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	Студент при ответе на вопрос наиболее полно демонстрирует умение решать задачи повышения эффективности процессов производства биотоплива биотехнологическим методом. Показывает взаимосвязь основных понятий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			преподавателя.		
	<b>Владеет</b> методами поиска оптимального решения по модернизации производства энергоносителей биотехнологическим методом.	Правильные ответы на вопросы №1-17 к зачету	Студент при ответе на вопрос демонстрирует владение методами поиска оптимального решения по модернизации производства энергоносителей биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством преподавателя.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует владение методами поиска оптимального решения по модернизации производства энергоносителей биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки не принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	Студент при ответе на вопрос наиболее полно демонстрирует владение методами поиска оптимального решения по модернизации производства энергоносителей биотехнологическим методом. Показывает взаимосвязь основных понятий.
<b>ПК-3.9</b> Применяет современные представления об основах биотехнологических производств для переработки возобновляемых источников сырья в энергоносители	<b>Знает</b> технологии производства биотоплива и энергии из возобновляемых источников сырья;	Правильные ответы на вопросы №18-32 к зачету	Студент при ответе на вопрос демонстрирует знание технологии производства биотоплива и энергии из возобновляемых источников сырья. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством преподавателя.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует знание технологии производства биотоплива и энергии из возобновляемых источников сырья. При ответе на вопросы допускает ошибки не принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует наиболее полное знание технологии производства биотоплива и энергии из возобновляемых источников сырья. Показывает взаимосвязь основных понятий.
	<b>Умеет</b> анализировать состояние производства	Правильные ответы на	Студент при ответе на вопрос демонстрирует	Студент при ответе на вопрос демонстрирует	Студент при ответе на вопрос наиболее полно

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	энергоносителей и энергии биотехнологическим способом с аналогами;	вопросы №18-32 к зачету	умение анализировать состояние производства энергоносителей и энергии биотехнологическим способом. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством преподавателя.	умение анализировать состояние производства энергоносителей и энергии биотехнологическим способом. При ответе на вопросы допускает ошибки принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	демонстрирует умение анализировать состояние производства энергоносителей и энергии биотехнологическим способом. Показывает взаимосвязь основных понятий.
	<b>Владеет</b> навыком оценки возможных способов совершенствования технологии производства энергоносителей биотехнологическим методом.	Правильные ответы на вопросы №18-32 к зачету	Студент при ответе на вопрос демонстрирует владение навыком оценки возможных способов совершенствования технологии производства энергоносителей биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки и способен самостоятельно их исправить под руководством преподавателя.	Студент при ответе на вопрос демонстрирует владение навыком оценки возможных способов совершенствования технологии производства энергоносителей биотехнологическим методом. При ответе на вопросы допускает ошибки принципиального характера и способен самостоятельно их исправить.	Студент при ответе на вопрос наиболее полно демонстрирует владение навыком оценки возможных способов совершенствования технологии производства энергоносителей биотехнологическим методом. Показывает взаимосвязь основных понятий.

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

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

1. Технологии получения биоэтанола из сахарных культур.
2. Технологии получения биоэтанола из крахмальных культур. Сухой и мокрый помол.
3. Технологии получения биоэтанола из лигниноцеллюлозного сырья.
4. Технологии получения биоэтанола из водорослей.
5. Биоэтанол из синтез-газа.
6. Технологии получения биоэтанола: отдельный и/или совместный гидролиз сырья и ферментация.
7. Технологии получения биоэтанола: способы концентрирования и очистки этанола. Абсолютация спирта.
8. Технология получения биодизеля первого поколения.
9. Технология получения биодизеля второго поколения.
10. Технология получения биодизеля третьего поколения.
11. Катализаторы для получения биодизеля.
12. Характеристика различных ацилацепторов для получения биодизеля.
13. Биобутанол. Технология получения. Микроорганизмы для получения бутанола.
14. Технология получения биобутанола первого поколения.
15. Технология получения биобутанола второго поколения.
16. Технология получения биобутанола третьего поколения.
17. Интенсификация процесса производства биобутанола.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

18. Биоэнергетика. Стадии выработки энергии.
19. Исторические эпохи энергоносителей.
20. Структура общего спроса на первичную энергию в мире. Сроки истощения ископаемых видов топлива.
21. Концепция шкалы Кардашёва.
22. Солнце как ключевой источник энергии. Тепловой баланс Земли.
23. Фотосинтез. Эффективность фотосинтеза. С3-фотосинтез, С4-фотосинтез.
24. Пути увеличения продуктивности фотосинтезирующих систем. Влияние интенсивности света и концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере на продуктивность фотосинтеза.
25. Гипотеза о метангидратном оружии.
26. Первичные и вторичные биотоплива. Классификация вторичного биотоплива по сырьевой базе: 1-5 поколения биотоплив. Достоинства и недостатки.
27. Способы переработки биомассы в биотоплива: механические, термохимические, физико-химические, биохимические.
28. Биоэтанол. Характеристика топливного этанола. Сырьевая база. Достоинства и недостатки.
29. Биодизель. Характеристика топлива. Сырьевая база. Достоинства и недостатки.
30. Биобутанол. Характеристика и применение топлива. Преимущества и недостатки. Сырьевая база.
31. Биометан. История. Сырьевая база. Технология получения. Достоинства и недостатки. Перспективы.
32. Биоводород. Фотобиологический синтез (аноксигенный, оксигенный). Прямой биофотолиз. Непрямой биофотолиз. Темновая ферментация.

При сдаче зачета, 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 СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.

