

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.10.2023 13:42:06  
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

«02» декабря 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование**  
**в нефтехимии и нефтепереработке**

(начало подготовки – 2022 год)

Направление подготовки

**15.04.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность программы магистратуры

**«Интенсификация процессов и энергосберегающее технологическое  
оборудование»**

Квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **механический**  
Кафедра **оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		проф. Р.Ш. Абиев

Рабочая программа дисциплины «Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование в нефтехимии и нефтепереработке» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры, протокол от «27» октября 2021 г. №4.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Ш. Абиев

Одобрено методической комиссией механического факультета,  
протокол от «30» ноября 2021 г. №4.

Председатель \_\_\_\_\_ А.Н. Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## Содержание

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	05
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	10
4.3.1.	Семинары, практические занятия	10
4.4	Самостоятельная работа	11
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	15
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	15
10.1	Информационные технологии	15
10.2	Программное обеспечение	15
10.3	Базы данных и информационные справочные системы	15
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	15
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
	Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	17

**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 <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<p><b>ОПК-14</b></p> <p>Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения</p>	<p><b>ОПК-14.1</b></p> <p>Способен самостоятельно проводить поиск научно-технических данных, проводить их обобщение и систематизацию для представления в виде технических и научных отчетов</p>	<p><b>Знать:</b> Основные источники научно-технической информации (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> Обобщать и систематизировать найденную информацию (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> Методами составления технических и научных отчетов (Н-1).</p>
<p><b>ПК-2</b></p> <p>Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок</p>	<p><b>ПК-2.1</b></p> <p>Способен проводить анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний</p>	<p><b>Знать:</b> Основные подходы к разработке современных экологических и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать методы сокращения энергетических и материальных затрат в химико-технологических процессах (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> Методами сопоставительного анализа нескольких вариантов технических решений по обобщенным параметрам (Н-1).</p>

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование в нефтехимии и нефтепереработке» (Б1.О.05) входит в блок дисциплин обязательной части подготовки магистров и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин программы бакалавриата: «Физика», «Химия», «Техническая термодинамика и теплотехника», «Гидромеханика неоднородных систем», «Процессы и аппараты химической технологии», «Явления тепло- массопереноса в химической технологии», «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» и др.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование в нефтехимии и нефтепереработке» знания, умения и навыки могут быть использованы при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	32 (8)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	10
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>79</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (27)

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Методы интенсификации процессов в оборудовании нефтегазопереработки.	4	0		9	ПК-2, ОПК-14	ПК-2.1 ОПК-14.1
2	Основы теории процессов диспергирования, сепарации, тепло- и массообмена с точки зрения интенсификации.	10	10		20	ПК-2, ОПК-14	ПК-2.1 ОПК-14.1
3	Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования для нефтехимии и нефтегазопереработки.	8	4		20	ПК-2, ОПК-14	ПК-2.1 ОПК-14.1
4	Примеры реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования.	4	12		10	ПК-2, ОПК-14	ПК-2.1 ОПК-14.1
5	Мини- и микроаппараты. Источники научно-технической информации	6	6		20	ПК-2, ОПК-14	ПК-2.1 ОПК-14.1

### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Методы интенсификации процессов в оборудовании нефтегазопереработки.</b> Предмет курса, его цели и задачи. Иерархические уровни энерго- и ресурсосбережения. Исторические аспекты интенсификации процессов. Три парадигмы в развитии науки о процессах аппаратах. Опыт Европейской Федерации химических технологий в развитии методов интенсификации процессов и «зеленой» химии.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b><i>Основы теории процессов диспергирования, сепарации, тепло- и массообмена с точки зрения интенсификации.</i></b></p> <p>Теоретические основы процессов диспергирования. Оборудование для диспергирования: диспергаторы, барботеры, аппараты с перемешивающими устройствами. Современные устройства для диспергирования. Критерии эффективности процесса диспергирования.</p> <p>Теоретические основы процессов сепарации. Аппаратура для сепарации: отстойники, осадительные камеры, циклоны, гидроциклоны, центрифуги, сепараторы. Современные устройства для сепарации. Критерии эффективности процесса сепарации.</p> <p>Теоретические основы процессов тепло- и массообмена. Теплообменная аппаратура. Аппаратура для массообменных процессов: системы Ж-Г, Ж-Ж, Ж-Т, Ж-Г-Т. Современные тепло- и массообменные устройства. Критерии эффективности процессов тепло- и массообмена.</p>	10	ЛВ
3	<p><b><i>Методология разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования для нефтехимии и нефтегазопереработки.:</i></b></p> <p>Способы оптимизации массообменных процессов в нефтехимии и нефтегазопереработке. Анализ эффективности метода дискретно-импульсного ввода энергии. Основные факторы, определяющие интенсификацию тепломассообменных и гидромеханических процессов. Принцип дискретизации вводимой энергии. Концепции локально изотропной турбулентности и дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Принципы интенсификации процессов с использованием резонансных пульсаций.</p> <p>Совмещенные процессы. Экстрактивная ректификация. Метод импульсной ректификации.</p>	8	ЛВ
4	<p><b><i>Примеры реализации энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования.</i></b></p> <p>Энергоэффективные теплообменные аппараты. Примеры применения.</p> <p>Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: аппараты с периодическим изменением давления, аппараты с активной диафрагмой, аппараты адиабатного вскипания, роторно-пульсационные диспергаторы и сатураторы. Энергетические аспекты аппаратов ДИВЭ. Примеры применения.</p> <p>Пульсационные аппараты периодического и непрерывного действия. Пульсационный аппарат с центральной трубой. Пульсационный аппарат проточного типа. Резонансный режим работы</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	пульсационных аппаратов. Масштабы резонансных колебаний. Примеры применения. Вихревой струйный аппарат. Примеры применения.		
5	<b>Мини- и микроаппараты.</b> Мини- и микроаппараты для химических и нефтехимических производств, нанотехнологий и тонкого органического синтеза. Особенности мини- и микроаппаратуры, обусловленные малыми поперечными размерами каналов. Микротеплообменники. Микросмесители. Микрореакторы. Расчет параметров микроаппаратов для систем газ-жидкость и жидкость-жидкость: гидродинамика, тепло- и массоперенос.	6	ЛВ

### 4.3 Занятия семинарского типа

#### 4.3.1 Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Расчет размеров капель, образующихся в аппаратах традиционных типов и в пульсационных аппаратах. Расчет эффективности диспергирования.	10	2	МК
3	Расчет размеров пузырей, образующихся в аппаратах традиционных типов и в пульсационном аппарате. Расчет эффективности диспергирования.	4	2	МК
4	Расчет пульсационного аппарата проточного типа	12	2	МК
5	Расчет микрореактора для проведения реакции в системе жидкость – газ	6	2	МК

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Примечания
1	Альтернативные источники энергии	9	Устный опрос
2	Ультразвуковые методы диспергирования. Роторно-пульсационные аппараты. Теплообменники Пакинокс.	20	Устный опрос
3	Реакционно-ректификационные аппараты. Реакционно-экстракционные аппараты. Интенсификация процессов жидкостной экстракции и абсорбции.	20	Устный опрос
4	Устойчивость многофазных течений в мини- и микроаппаратах.	10	Устный опрос
5	Основные источники научно-технической информации (e-library, Scopus, ResearchGate, Google Scholar). Методы обобщения и систематизации информации. Методы составления технических и научных отчетов. ГОСТ 7.32— 2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления»	20	Устный опрос

##### 4.4.1 Тематика контрольных работ

##### Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

1. Дать определение энерго- и ресурсосбережения: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.
2. Определение интенсификации процессов по Рамшоу (Ramshaw) – 1995 г.
3. Определение интенсификации процессов по Станкевичу и Мулейну – 2000 г.
4. Интенсификация процессов в виде диаграммы (по Станкевичу и Мулейну) – 2000 г.
5. Оборудование для интенсификации процессов: реакторы с вращающимся диском (Spinning Disk Reactor).
6. Оборудование для интенсификации процессов: Реакторы со статическим смесителем (Static Mixer Reactor), Static Mixing Catalysts (КАТАПАКs @ Sulzer).
7. Оборудование для интенсификации процессов: монолитные реакторы (Monolithic Reactors).
8. Оборудование для интенсификации процессов: микрореакторы (Microreactors).
9. Оборудование для интенсификации процессов: реакторы-теплообменники Heat Exchange (HEX) Reactors.
10. Оборудование для интенсификации процессов: сверхзвуковые газожидкостные реакторы (Supersonic Gas/Liquid Reactor).
11. Оборудование для интенсификации процессов: аппараты со сталкивающимися струями (Jet-Impingement Reactor).

12. Оборудование для интенсификации процессов: ротационные реакторы с насадкой (Rotating Packed-Bed Reactor).
13. Оборудование для интенсификации процессов (не реакционные процессы): статические смесители, компактные теплообменники, микроканальные теплообменники, ротор-статорные смесители, центробежные адсорберы, ротационные реакторы с насадкой.
14. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реакторы с реверсивным течением.
15. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная ректификация (дистилляция).
16. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная экстракция.
17. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная кристаллизация.
18. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реакторы с периодическим разделением.
19. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Мембранные реакторы.
20. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Топливные элементы (Fuel Cells).
21. Методы интенсификации процессов: Гибридная сепарация. Мембранная абсорбция. Мембранная ректификация. Адсорбтивная ректификация.
22. Методы интенсификации процессов: Альтернативные источники энергии. Центробежные поля. Ультразвук. Солнечная энергия. Микроволны. Электрические поля. Плазменные технологии.
23. Методы интенсификации процессов: Другие методы. Сверхкритические флюиды. Динамические (периодические) реакционные процессы.
24. Микрореакторы: области применения, преимущества. Течение однофазных и многофазных сред в микроканалах.
25. Микрореакторы: тейлоровский режим течения; проблемы распределения фаз по каналам многоканальных аппаратов.
26. Микрореакторы: моделирование гидродинамики тейлоровского режима течения.
27. Микрореакторы (тейлоровский режим течения), скорость пузыря, объемная доля фаз.
28. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): циркуляционный и байпасный режимы.
29. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): моделирование потерь давления.
30. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): трехслойная модель массопереноса.
31. Основные источники научно-технической информации (e-library, Scopus, ResearchGate, Google Scholar).
32. Методы обобщения и систематизации информации.

33. Методы составления технических и научных отчетов. ГОСТ 7.32— 2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

### **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 Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и состоят из двух теоретических вопросов (для проверки знаний) из перечня вопросов к экзамену.

Время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Пример содержательной части экзаменационного билета:

1. Методы интенсификации процессов: Гибридная сепарация. Мембранная абсорбция. Мембранная ректификация. Адсорбтивная ректификация.
2. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): циркуляционный и байпасный режимы.

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

### **а) печатные издания:**

1 Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов / Ю. И. Дытнерский. - 3-е изд., стер.. - М.: Альянс, 2015. Ч. 1 : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 2015. - 400 с.

2 Мильченко, А.И. Прикладная механика: учебн. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А.И. Мильченко. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. В 2 ч. Ч. 1 – 256 с.; Ч. 2 – 256 с.

### **б) электронные учебные издания<sup>4</sup>:**

3. Гольцева, Л.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Базовый курс : учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / Л. В. Гольцева, А. В. Козлов, А. Н. Полосин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 85 с. : ил. - Библиогр.: с. 85. - Б. ц.

4. Копылов, А. З. Моделирование течений средствами САПР : Практическое пособие / А. З. Копылов, В. И. Осипов, В. А. Цветков ; Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2018. - 23 с. - // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: по подписке

5. Янчуковская, Е. В. Моделирование тепловых процессов в химической технологии. Примеры и задачи : Учебное пособие / Е. В. Янчуковская ; Иркутский национальный исследовательский технический университет. - Иркутск : [б. и.], 2018. - 96 с. - // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2021). - Режим доступа: по подписке

---

<sup>4</sup> В т.ч. и методические пособия

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование в нефтехимии и нефтепереработке» 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 УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. 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 является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов 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);

Mathcad14

### **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 оргтехники, на 15 посадочных мест.

## **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 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Интенсификация процессов и энергосберегающее оборудование  
в нефтехимии и нефтепереработке»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-14	Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения	промежуточный
ПК-2	Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	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>ОПК-14.1</b> Способен самостоятельно проводить поиск научно-технических данных, проводить их обобщение и систематизацию для представления в виде технических и научных отчетов	Знает: Основные источники научно-технической информации (ЗН-1)	Ответы на вопросы №№ 1-4	Имеет общее представление об источниках научно-технической информации	Имеет достаточно полное представление об источниках научно-технической информации, но делает небольшие ошибки при формулировке поисковых запросов	Имеет детальное представление об источниках научно-технической информации, корректно формулирует поисковые запросы
	Умеет: Обобщать и систематизировать найденную информацию (У-1)	Ответы на вопросы №№ 1-4	Способен выполнять обобщение и систематизацию найденной информации с подсказками преподавателя	Способен выполнять обобщение и систематизацию найденной информации с некоторыми недочетами	Способен самостоятельно выполнять обобщение и систематизацию найденной информации
	Владеет: Методами составления технических и научных отчетов (Н-1)	Решение контрольных задач	Способен составлять технические и научные отчеты с подсказками преподавателя	Способен составлять технические и научные отчеты, но с некоторыми ошибками	Способен корректно составлять технические и научные отчеты
<b>ПК-2.1</b> Способен проводить анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	Знает: Основные подходы к разработке современных экологических и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов (ЗН-1)	Ответы на вопросы №№ 5-34	Имеет общее представление о разработке современных экологических и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов	Имеет достаточно полное представление о разработке современных экологических и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов	Имеет детальное представление о разработке современных экологических и безопасных методов рационального использования

				ресурсов, но делает небольшие ошибки при формулировке задач	сырьевых и энергетических ресурсов
	Умеет: Выбирать методы сокращения энергетических и материальных затрат в химико-технологических процессах (У-1)	Ответы на вопросы №№ 5-34	Способен выбирать методы сокращения энергетических и материальных затрат в химико-технологических процессах с подсказками преподавателя	Способен выбирать методы сокращения энергетических и материальных затрат в химико-технологических процессах с некоторыми недочетами	Способен самостоятельно выбирать методы сокращения энергетических и материальных затрат в химико-технологических процессах
	Владеет: Методами сопоставительного анализа нескольких вариантов технических решений по обобщенным параметрам (Н-1)	Решение контрольных задач	Способен использовать некоторые современные методы сопоставительного анализа нескольких вариантов технических решений по обобщенным параметрам	Способен использовать значительную часть современных методов сопоставительного анализа нескольких вариантов технических решений по обобщенным параметрам, но с некоторыми ошибками	Способен корректно использовать значительную часть современных методов сопоставительного анализа нескольких вариантов технических решений по обобщенным параметрам

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная.

**3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.  
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента  
по компетенции ОПК-14, ПК-2:**

1. Источники научно-технической информации: библиотеки, электронные ресурсы.
2. Источники научно-технической информации: поисковые системы Elibrary, Scencedirect, Scopus, Google Scholar, Researchgate.
3. Методы обобщения и систематизации информации.
4. Методы составления технических и научных отчетов. ГОСТ 7.32— 2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
5. Дать определение энерго- и ресурсосбережения: 1) в узком смысле; 2) в широком смысле.
6. Определение интенсификации процессов по Рамшоу (Ramshaw) – 1995 г.
7. Определение интенсификации процессов по Станкевичу и Мулейну – 2000 г.
8. Интенсификация процессов в виде диаграммы (по Станкевичу и Мулейну) – 2000 г.
9. Оборудование для интенсификации процессов: реакторы с вращающимся диском (Spinning Disk Reactor).
10. Оборудование для интенсификации процессов: Реакторы со статическим смесителем (Static Mixer Reactor), Static Mixing Catalysts (КАТАРАКs).
11. Оборудование для интенсификации процессов: монолитные реакторы (Monolithic Reactors).
12. Оборудование для интенсификации процессов: микрореакторы (Microreactors).
13. Оборудование для интенсификации процессов: реакторы-теплообменники Heat Exchange (HEX) Reactors.
14. Оборудование для интенсификации процессов: сверхзвуковые газожидкостные реакторы (Supersonic Gas/Liquid Reactor).
15. Оборудование для интенсификации процессов: аппараты со сталкивающимися струями (Jet-Impingement Reactor).
16. Оборудование для интенсификации процессов: ротационные реакторы с насадкой (Rotating Packed-Bed Reactor).
17. Оборудование для интенсификации процессов (не реакционные процессы): статические смесители, компактные теплообменники, микроканальные теплообменники, ротор-статорные смесители, центробежные адсорберы, ротационные реакторы с насадкой.
18. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реакторы с реверсивным течением.
19. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная ректификация (дистилляция).
20. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная экстракция.
21. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реактивная кристаллизация.
22. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Реакторы с периодическим разделением.

23. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Мембранные реакторы.
24. Методы интенсификации процессов: Многофункциональные реакторы. Топливные элементы (Fuel Cells).
25. Методы интенсификации процессов: Гибридная сепарация. Мембранная абсорбция. Мембранная ректификация. Адсорбтивная ректификация.
26. Методы интенсификации процессов: Альтернативные источники энергии. Центробежные поля. Ультразвук. Солнечная энергия. Микроволны. Электрические поля. Плазменные технологии.
27. Методы интенсификации процессов: Другие методы. Сверхкритические флюиды. Динамические (периодические) реакционные процессы.
28. Микрореакторы: области применения, преимущества. Течение однофазных и многофазных сред в микроканалах.
29. Микрореакторы: тейлоровский режим течения; проблемы распределения фаз по каналам многоканальных аппаратов.
30. Микрореакторы: моделирование гидродинамики тейлоровского режима течения.
31. Микрореакторы (тейлоровский режим течения), скорость пузыря, объемная доля фаз.
32. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): циркуляционный и байпасный режимы.
33. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): моделирование потерь давления.
34. Микрореакторы (тейлоровский режим течения): трехслойная модель массопереноса.

**4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.