

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 16.11.2023 17:01:50  
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  
« 12 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И РЕАКТОРЫ**

Специальность

**15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов**

Специализация

**№ 20 Проектирование технологических комплексов производства энергонасыщенных»  
материалов**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет инженерно-технологический

Кафедра мехатронных технологических комплексов

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Профессор, Веригин А.Н.

Рабочая программа дисциплины «Химические процессы и реакторы» обсуждена на заседании кафедры **мехатронных технологических комплексов** протокол от «16» ноября 2021 № 4

Заведующий кафедрой

А. Н. Веригин

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета протокол от «23» декабря 2021 № 4

Председатель

А.П. Сула

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Проектирование технологических машин и комплексов»		Н. А. Незамаев
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М. З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С. Н. Денисенко

## Оглавление

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3	Объем дисциплины.....	6
4	Содержание дисциплины .....	7
4.1	Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
4.2	Занятия лекционного типа.....	7
4.3	Занятия семинарского типа .....	9
4.4	Самостоятельная работа обучающихся студентов.....	10
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7	Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8	Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	11
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
11	Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
	Приложение № 1 .....	14
	к рабочей программе дисциплины	

**1 Перечень планируемых результатов подготовки студента по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2. Способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий	ПК-2.7. Конструкции перемешивающих устройств в зависимости от целей перемешивания и свойств среды. Мощность, затрачиваемая на перемешивание.	<b>Знать:</b> - основы выбора типа и конструкции реактора в производстве нитро продуктов, которая обеспечивает безопасность и высокую эффективность эксплуатации оборудования <b>Уметь:</b> - анализировать условия и особенности эксплуатации реактора; ставить и решать задачи расчета основных технологических параметров работы реактора. <b>Владеть:</b> - принципами выбора оборудования для осуществления химических процессов в производстве нитро продуктов.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Является дисциплиной по выбору, формируемой участниками образовательных отношений (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 «Введение в химическую технологию энергонасыщенных материалов», и «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы 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>6/ 216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>104</b>
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т. ч.	
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	32 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	32 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>85</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен, /27</b>

## 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	Введение. Область применения реакторов производств нитропродуктов	2			10	ПК-2	ПК-2.7
2	Аппараты с механическими перемешивающими устройствами для проведения физических процессов	10	12	12	25	ПК-2	ПК-2.7
3	Аппараты с механическими перемешивающими устройствами для проведения химических процессов	10	10	10	25		
4	Теплообмен при перемешивании	10	10	10	25	ПК-2	ПК-2.7

#### 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Введение, цели и задачи дисциплины. Аппаратурные (принципиальные) схемы производств нитро продуктов. Область применения реакторов. Выбор класса технологического оборудования, подлежащего изучению.	2	
2.	Конструкции перемешивающих устройств в зависимости от целей перемешивания и свойств среды. Интенсивность и эффективность действия перемешивающих устройств. Гомогенизация. Аппараты большого объема. Мешалки с вибрационным приводом. Планетарные перемешивающие устройства. Особенности гидродинамического расчета. Мощность, затрачиваемая на перемешивание. Расчет мощности смесителей с планетарным движением. Моделирование затрат мощности при масштабном переходе.	10	
3.	Цель перемешивания при проведении химических реакций. Реактор полного вытеснения. Реакторы полного (идеального) перемешивания. Реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом. Каскад реакторов. Сравнение времени пребывания в реакторах периодического и непрерывного действия.	10	
4.	Способы интенсификации теплообмена при перемешивании. Коэффициент теплоотдачи. Моделирование теплообмена при масштабном переходе.	10	



### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Расчет свойств перемешиваемой среды. Комплексный гидродинамический расчет реактора для проведения физических процессов. Выбор частоты вращения перемешивающего устройства Расчет мощности привода.	12		Групповая дискуссия
2	Комплексный расчет реактора для проведения химических процессов в жидких средах при различных гидродинамических режимах работы: режим идеального вытеснения, идеального смешения, промежуточного режима.	10	(2)	Групповая дискуссия
3	Расчет интенсивности теплообмена при перемешивании для различных конструкций теплообменных устройств.	10		Групповая дискуссия

### 4.3.2 Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	Изучение работы смесителя с шарнирно-закрепленным валом для приготовления общих партий нитроцеллюлозы.	12	(2)	
3	Исследование работы модельного аппарата нитрования, совмещенного с сепаратором	10		
4	Изучение теплообмена в аппарате с перешивающим устройством и центральным змеевиком.	10		

### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся студента.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основы оптимизации при конструировании и расчете аппарата с мешалкой.	10	Устный опрос
2	Изучить особенности проведения физических процессов переработки энергонасыщенных материалов в аппаратах	25	
3	Изучить особенности проведения процессов механической обработки твердых дисперсных	25	Устный опрос
4	Изучить влияния конструкции аппарата на эффективность классификации твердых дисперсных материалов.	25	Устный 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: <https://media.technolog.edu.ru>

### 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются билетами. Билет содержит три теоретических вопроса (для проверки знаний).

При проведении экзамена студент получает билет с вопросами из перечня, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта билета на экзамене:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический  
университет)**

**Кафедра мехатронных технологических комплексов**

Специальность: 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация: № 20 «Проектирование технологических комплексов производства  
энергонасыщенных» материалов

**Билет № 1**

1. Аппараты с мешалками. Интенсивность и эффективность перемешивания.
2. Расчет мощности смесителей с планетарным движением мешалки.
3. Расчет кристаллизатора твердых дисперсных материалов.

Дата:

Зав. кафедрой мехатронных технологических комплексов  
А. Н. Веригин

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:**

1 **Машины и аппараты** химических производств: Руководство к лабораторному практикуму: Учебное пособие / И. А. Щупляк, Н. А. Незамаев, А. Н. Веригин, Е. М. Евдокимов; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. производств. – Санкт Петербург : [б. и.], 2004. - 56 с. : ил..

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

1 Веригин А.Н., Основы конструирования аппаратов для перемешивания жидких сред : учебное пособие / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. – Санкт Петербург : [б. и.], 2015. - 97 с. : ил. - Библиогр.: с. 68.

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

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

ЭБС «Лань». Принадлежность - сторонняя. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com>  
Наименование организации – ООО «Издательство «Лань». Договор № 04(40)12 от 29.10.2012г.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя.  
Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя. Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ. Договор № SU-18-02/2013-2 от 18.02.2013г. на оказание услуг по предоставлению доступа к изданиям в электронном виде.

<http://guide.aonb.ru/library.html> Путеводитель по ресурсам Интернет.

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

Все виды занятий по дисциплине «Химические процессы и реакторы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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.

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 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); Mathcad/

### 10.3 Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

База данных журналов РИНЦ.

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

Лекционные кабинеты 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е.	Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия
Компьютерный класс: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Компьютерный класс: Оборудование компьютерного класса: Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE, Авторское программное обеспечение для расчета зон действия поражающих факторов, рисков, Matcad, ТОКСИ, FireCat, СОУТ, Охрана труда (1С Предприятие), Производственная безопасность (1С Предприятие) Обучающиеся ЛОВЗ обеспечиваются ресурсами ЭБС (электронно-библиотечная система).
Помещения для практических и лабораторных занятий: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Специализированная мебель (20 посадочных мест), лабораторное оборудование.
Помещения для самостоятельной работы: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13	Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия

## 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 «Конструирование и расчет элементов технологических комплексов»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	Способен конструировать оборудование производств энергонасыщенных материалов и изделий	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности и (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.7. Конструкции перемешивающих устройств в зависимости от целей перемешивания и свойств среды. Мощность, затрачиваемая на перемешивание.	Правильно идентифицирует область применения и конструкцию машин и аппаратов производстве энергонасыщенных материалов	Правильные ответы на вопросы № 1 -6 к экзамену.	Перечисляет требования, которые предъявляются к оборудованию	Знает, как выбирать рабочие, расчетные и пробные нагрузки	Правильно проводит расчет по основным критериям
	Правильно проводит расчет конструкций и узлов машин и аппаратов в производстве энергонасыщенных материалов	Правильные ответы на вопросы № 7 -15 к экзамену.	Перечисляет основные элементы конструкции применяемого оборудования	Знает методы расчетов элементов конструкции на прочность.	Умеет рассчитывать элементы оборудования, подверженные механическим колебаниям
	Правильно идентифицирует область применения и конструкцию машин и аппаратов в производстве энергонасыщенных материалов	Правильные ответы на вопросы № 16 - 20, к экзамену, ответы	Перечисляет основные конструкции аппаратов в производстве энергонасыщенных материалов	Знает факторы, которые определяют конструкцию его основных элементов и сборочных единиц	Знает приемы оптимального расчета и проектирования конкретных машин и аппаратов

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

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

1. Цели и задачи дисциплины
2. Перемешивание в жидких средах.
3. Аппараты с мешалками. Интенсивность и эффективность перемешивания.
4. Гомогенизация.
5. Мощность, затрачиваемая на перемешивание.
6. Моделирование мощности при масштабном переходе
7. Теплообмен при перемешивании.
8. Коэффициент теплоотдачи.
9. Моделирование теплообмена при масштабном переходе.
10. Реакторы. Назначение и область применения.
11. Реактор полного вытеснения.
12. Реакторы полного (идеального) перемешивания.
13. Реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом.
14. Каскад реакторов.
15. Сравнение времени пребывания в реакторах периодического и непрерывного действия
16. Мешалки специальных конструкций.
17. Аппараты большого объема.
18. Мешалки с вибрационным приводом.
19. Планетарные перемешивающие устройства.
20. Расчет мощности смесителей с планетарным движением.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).