

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

26.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты**

Направление подготовки

**20.03.01 – Техносферная безопасность**

Профиль подготовки

**Безопасность технологических процессов и производств**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Разработчик доц. Копылов М. В.

**СОГЛАСОВАНО**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой ТОСППиТБ проф. Карманова О. В.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Процессы и аппараты» является формирование у обучающихся теоретических знаний, практических умений и навыков, необходимых при осуществлении проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности.

Задачи дисциплины заключаются в подготовке обучающихся к решению следующих профессиональных задач:

- участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов;
- участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами обеспечения безопасности человека и защиты окружающей среды, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-4	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов	рассчитывать процессы и аппараты химических производств	способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности
2	ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств	использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств	способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО Дисциплина «Процессы и аппараты» относится к блоку один ОП и ее базовой части.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	73,55	39,1	34,45
Лекции	33	18	15
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	33	18	15
Лабораторные работы	33	18	15
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	33	18	15
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
Консультирование и прием курсовой работы	1,5	-	1,5

Проведение консультаций перед экзаменом	4	2	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>38,85</b>	<b>35,1</b>	<b>3,75</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6	5	1
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6	5	1
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	5,85	5,1	0,75
Курсовая работа	21	20	1
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>67,6</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
4 семестр			
1.	Введение	Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	3
2.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	16
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдоожижение. Процесс фильтрования и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание.	52,1
5 семестр			
4.	Тепловые процессы и аппараты	Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание.	12,75
5.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Сушка.	21

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
4 семестр				
1.	Введение	2	-	1
2.	Механические процессы	7	-	9
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	9	18	25,1
5 семестр				
4.	Тепловые процессы и аппараты	7	4	1,75
5.	Массообменные процессы и аппараты	8	11	2

#### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
-------	---------------------------------	-----------------------------	-------------------

## 4 семестр

1.	Введение	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Основные принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	2
2.	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов.	7
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Роль гидромеханических процессов. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движению тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Движение жидкостей через зернистые и пористые слои. Псевдооживление. Фильтрация суспензий и очистка газов от пыли на фильтрах. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Разделение неоднородных сред в циклонах. Перемешивание. Интенсивность и эффективность перемешивания. Расчет мощности на механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Пневматическое, циркуляционное и другие виды перемешивания.	9

## 5 семестр

4.	Тепловые процессы и аппараты	Значение процессов теплообмена при переработке растительного сырья. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Уравнение теплопроводности. Конвекция и теплоотдача. Основы подобия тепловых процессов. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Теплообменные аппараты. Схема расчета теплообменников. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы для выпарной установки. Общая и полезная разность температур. Тепловые потери в установках. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Многократное выпаривание. Сущность и преимущества многократного выпаривания.	7
5.	Массообменные процессы и аппараты	Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Законы фазового равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии. Направление процессов массопереноса, их обратимость. Молекулярная и турбулентная диффузия. Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Критерии диффузионного подобия. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Средняя движущая сила процессов массо-передачи. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Абсорбция. Особенности массопередачи в системах с	8

		<p>твердой фазой. Механизмы переноса в твердых телах, нестационарность массопереноса в твердых телах. Способы массопереноса в твердых телах. Способы массопереноса в системах с твердой фазой. Непрерывный и ступенчатый контакт фаз в массообменных аппаратах. Пути интенсификации массообменных процессов.</p> <p>Общая характеристика процессов кристаллизации из растворов и расплавов. Материальный и тепловой балансы кристаллизатора. Кинетика процесса кристаллизации. Скорость роста кристаллов. Диффузионное сопротивление и сопротивление, обусловленное кристаллохимической реакцией на поверхности. Движущая сила процесса. Пути интенсификации процесса.</p> <p>Общая характеристика процесса сушки. Общая схема конвективной сушилки. Материальный и тепловой балансы конвективной сушилки. Действительная и теоретическая сушилки. Кинетика процесса сушки. Формы связи влаги с материалом. Движущая сила процесса. Критическая и равновесная влажность материала. Продолжительность первого и второго периода сушки. Классификация и конструкции сушилок.</p>	
--	--	--	--

**5.2.2 Практические занятия  
не предусмотрены**

**5.2.3 Лабораторный практикум**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение		-
2.	Механические процессы		-
3	Гидромеханические процессы и аппараты	Изучение гидродинамики взвешенного слоя	4
		Осаждение под действием силы тяжести	4
		Определение констант процесса фильтрования	4
		Определение скоростей осаждения, витания и уноса частиц	6
5 семестр			
4.	Тепловые процессы и аппараты	Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»	4
5.	Массообменные процессы и аппараты	Исследование гидродинамики колпачковой тарелки	3
		Изучение процесса абсорбции углекислого газа водой в аппарате с механическим перемешиванием	4
		Изучение кинетики процесса конвективной сушки	4

**5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
4 семестр			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	1
2.	Механические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник) Тест	9
		(лекции, учебник)	4 5
3.	Гидромеханические процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник,	25,1

		лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовая работа	1 3 1 0,1 20
5 семестр			
A 4.	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовая работа	1,75 0,25 0,25 0,5 0,25 0,5
с: 5.	Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы) Задачи (лекции, учебник, лабораторные работы) Курсовая работа	2 0,25 0,25 0,5 0,5 0,5

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 616 с.: ил. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4887>
2. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 1. / А. Н. Остриков [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - СПб. : ГИОРД, 2007. - 704 с. : ил.
3. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учеб. для вузов : в 2 кн. Кн. 2. / А. Н. Остриков [и др.] ; под ред. А. Н. Острикова. - СПб. : ГИОРД, 2007. - 608 с. : ил.
4. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] - Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. - 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>
5. Практикум по гидравлике (руководство по изучению курса) [Текст]: учеб. пособие / А.В. Логинов, А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий [и др.]; Воронеж. гос. технол. акад. - Воронеж: ВГТА, 2009. - 352 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Красовицкий, Ю.В. Процессы и аппараты пищевых производств (теория и расчеты) [Текст]/ Ю.В. Красовицкий, Н.С. Родионова, А.В. Логинов; Воронеж. гос. технол. акад.- Воронеж, 2004.- 303 с.
2. Логинов А.А., Подгорнова Н.М., Болгова И.Н. Процессы и аппараты химических и пищевых производств (пособие по проектированию) [Текст]: учебное пособие для студентов вузов (гриф УМО) / ВГТА. - Воронеж, 2003. - 264 с.
3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/ К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков - М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. - 576 с.
4. Лашинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.
5. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : учебник для студ. технич. вузов (гриф МО) / Т. М. Башта [и др.]. - 4-е изд., стер. - М. : Альянс, 2010. - 423 с.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты» [Текст] : учебное пособие / А. Н. Остриков, И.Н. Болгова, И.С. Наумченко [и др.]; Воронеж. Гос. Ун-т инж. Технол. - Воронеж, 2019. - 340 с. - Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4795>

#### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

#### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ» <https://education.vsu.ru/>, автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры» <https://training.i-exam.ru/>, образовательная платформа «Лифт в будущее» <https://lift-bf.ru/courses>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение - ОС Windows, ОС ALT Linux.

#### 6.6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебнометодическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

#### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

##### Лаборатория № 111

Лабораторные установки:

«Абсорбция углекислого газа водой»,

«Расход мощности на перемешивание»,

Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов:

«Гидродинамика зернистого слоя»,

«Гидродинамика колпачковой тарелки»,

«Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде»,

«Осаждение твердых частиц в жидкой среде»,

«Определение констант процесса фильтрации»,

«Барабанный вакуум-фильтр»,  
«Простая перегонка»,  
«Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»»,  
Стенд колонных аппаратов.

### **Лаборатория № 117**

Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой

Макет массообменного аппарата

Стенды:

«Трехкорпусная вакуум-выпарная установка»

«Ректификационная установка непрерывного действия»

«Основные виды фильтровальных материалов»

«Используемые виды насадок в массообменных аппаратах»

«Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов».

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

8.1 **Оценочные материалы** (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
20.03.1 - «Техносферная безопасность».

## ПРИЛОЖЕНИЕ к рабочей программе

### 1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

#### 1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		8	9
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
<b>Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:</b>	33	15,9	17,1
Лекции	10	6	4
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	10	6	4
Лабораторные работы	14	6	8
<i>В том числе в форме практической подготовки</i>	14	6	8
Консультации текущие	1,5	0,9	0,6
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	1,6	0,8	0,8
Консультирование и прием курсовой работы	1,5		1,5
Проведение консультаций перед экзаменом	4	2	2
Виды аттестации (зачет/экзамен)	0,4	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	133,4	85,3	48,1
Контрольные работы	20/2	9,2/1	9,2/1
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	25,8	25,3	0,5
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	32,1	30,8	1,3
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	21,1	20	1,1
Курсовая работа	34,5		34,5
<b>Подготовка к зачету/экзамену (контроль)</b>	13,6	6,8	6,8

**АННОТАЦИЯ**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности (ПК-4);
- способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач (ПК-22).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать**

- методы расчетов элементов технологического оборудования, процессов и аппаратов
- законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств

**уметь**

- рассчитывать процессы и аппараты химических производств;
- использовать законы и методы расчетов процессов и аппаратов химических производств. **владеть**
- способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;
- способностью использовать законы и методы расчета процессов и аппаратов химических производств на практике.

**Содержание разделов дисциплины.** Предмет и задачи курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов. Измельчение твердых материалов. Расход энергии. Дробилки для крупного и тонкого измельчения. Сортирование и смешение твердых материалов. Классификация гидромеханических процессов. Сопротивление движения тела при различных гидродинамических режимах. Основы теории осаждения. Отстаивание. Псевдоожижение. Процесс фильтрации и аппараты для его реализации. Центрифугирование. Перемешивание. Основы теплопередачи. Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Теплообменные аппараты. Выпаривание. Основы массо- передачи в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция. Ректификация. Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Растворение и кристаллизация. Сушка.