

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности  
А.А. Панфилов  
«30» 08 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья  
Профиль/программа подготовки Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий  
Уровень высшего образования бакалавриат  
Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет, зачет с оценкой)
4	4/144	32	16	16	53	Экзамен (27)
5	5/180	18	18	36	63	Экзамен (45), КП
Итого	9/324	50	34	52	116	Экзамен (72), КП

Владимир, 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является формирование у студентов представления об основных механизмах физических, физическо-химических и биохимических процессов пищевых производств, а также аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, формирование технологического мышления для освоения принципов проектирования пищевых предприятий и совершенствования технологических процессов.

Задачи дисциплины:

- владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья;
- участвовать в разработке проектов вновь строящихся предприятий по выпуску продуктов питания из растительного сырья, реконструкции и техническому переоснащению существующих производств;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Процессы и аппараты пищевых производств» относится к дисциплинам базовой части.

Пререквизиты: «Физика», «Химия», «Математика».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-2 Способность владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья	частичное	Способность владеть прогрессивными методами подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве продуктов питания из растительного сырья
ПК-23 Способность участвовать в разработке проектов вновь строящихся предприятий по выпуску продуктов питания из	частичное	Способность участвовать в разработке проектов вновь строящихся предприятий по выпуску продуктов питания из растительного сырья, реконструкции и техническому переоснащению существующих производств

растительного сырья, реконструкции и технического переоснащению существующих производств		
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общие положения исследования процессов и разработки аппаратов	4	1 2	4	2	2	4	8/100	
2	Основы гидравлических процессов. Часть 1	4	3 4	4	2	2	7	8/100	
3	Основы гидравлических процессов. Часть 2	4	5 6	4	2	2	7	8/100	Рейтинг-контроль №1
4	Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 1	4	7 8	4	2	2	7	8/100	
5	Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 2	4	9 10	4	2	2	7	8/100	
6	Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 3	4	11 12	4	2	2	7	8/100	Рейтинг-контроль №2
7	Механические процессы.	4	13 14	4	2	2	7	8/100	
8	Биохимические процессы.	4	15 16	4	2	2	7	8/100	Рейтинг-контроль №3
Всего за 4 семестр:			16	32	16	16	53	64/100	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной
-------	--	---------	-----------------	--	---	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		аттестации (по семестрам)
1	Тепловые процессы в пищевых производствах	5	1 2	2	2	4	7	8/100	
2	Теплоотдача	5	3 4	2	2	4	7	8/100	
3	Теплопередача	5	5 6	2	2	4	7	8/100	Рейтинг-контроль №1
4	Выпаривание. Часть 1	5	7 8	2	2	4	7	8/100	
5	Выпаривание. Часть 2	5	9 10	2	2	4	7	8/100	
6	Основы массопереноса	5	11 12	2	2	4	7	8/100	Рейтинг-контроль №2
7	Сушка	5	13 14	2	2	4	7	8/100	
8	Адсорбция. Ионный обмен	5	15 16	2	2	4	7	8/100	
9	Абсорбция. Ректификация	5	17 18	2	2	4	7	8/100	Рейтинг-контроль №3
Всего за 5 семестр:			18	18	18	36	63	72/100	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									КП
Итого по дисциплине			16	50	34	52	116	72/100	Экзамен

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Семестр 4

##### Раздел 1. Общие положения исследования процессов и разработки аппаратов

Классификация основных процессов пищевой технологии. Теоретический фундамент науки о процессах и аппаратах. Кинетические закономерности основных процессов пищевой технологии. Общие принципы расчета аппаратов и машин. Основные конструкционные материалы и их выбор. Основные свойства пищевых продуктов и сырья. Периодические и непрерывные процессы. Определение основных размеров аппаратов. Элементы теории подобия.

##### Раздел 2. Основы гидравлических процессов. Часть 1

Гидростатика. Свойства гидростатического давления. Некоторые следствия основного уравнения гидростатики. Приборы для измерения давления. Гидравлический пресс.

##### Раздел 3. Основы гидравлических процессов. Часть 2

Гидродинамика. Расход жидкости. Средняя скорость. Уравнение неразрывности. Гидравлический радиус и эквивалентный диаметр. Два режима движения жидкости. Уравнение Бернулли. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Насосы.

##### Раздел 4. Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 1

Классификация неоднородных систем. Материальный баланс гидромеханических процессов. Кинетика осаждения. Кинетика фильтрования.

##### Раздел 5. Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 2

Осаждение. Оборудование для отстаивания и осаждения. Фильтрование. Оборудование для фильтрования.

**Раздел 6.** Гидромеханические процессы и аппараты. Часть 3

Псевдооживление. Аппараты с псевдооживленным слоем. Мембранные процессы. Устройство мембранных аппаратов. Расчет аппаратов проточного типа

**Раздел 7.** Механические процессы.

Измельчение и классификация твердых материалов. Общие сведения. Физические основы измельчения. Конструкции основных типов измельчающих машин. Классификация зернистых материалов. Прессование. Общие сведения. Обезвоживание и брикетирование. Гранулирование и формование. Машины для обработки пищевых масс давлением

**Раздел 8.** Биохимические процессы.

Общие сведения. Кинетика ферментационных процессов. Массообмен в процессах ферментации. Аппаратура для проведения процессов ферментации.

## **Семестр 5**

**Раздел 1.** Тепловые процессы в пищевых производствах

Объект и предмет изучения ПАПП. Общая характеристика тепловых процессов. Теплопередача. Интенсификация тепловых процессов

**Раздел 2.** Теплоотдача

Конвективный теплообмен. Уравнение теплоотдачи. Подобие процессов теплообмена. Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи

**Раздел 3.** Теплопередача

Движущая сила теплообменных процессов. Теплопередача в поверхностных теплообменниках.

**Раздел 4.** Выпаривание. Часть 1

Физико-химические основы выпаривания. Простое выпаривание.

**Раздел 5.** Выпаривание. Часть 2

Многokратное выпаривание. Выпаривание с применением теплового насоса. Устройство выпарных аппаратов.

**Раздел 6.** Основы массопереноса

Общие сведения о массообменных процессах. Кинетика массопередачи. Основное уравнение массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Модифицированные уравнения массопередачи. Определение основных размеров массообменных аппаратов

**Раздел 7.** Сушка

Общие сведения. Равновесие в процессах сушки. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс контактной сушки. Тепловой баланс конвективной (воздушной) сушки. Диаграмма  $i - d$  для влажного воздуха. Кинетика сушки. Принципиальные схемы процессов сушки. Конструкции сушилок.

**Раздел 8.** Адсорбция. Ионный обмен

Общие сведения. Характеристика и области применения адсорбентов. Равновесие в процессах адсорбции. Статика и кинетика адсорбции. Адсорберы и адсорбционные установки

**Раздел 9.** Абсорбция. Ректификация

Основные понятия. Материальный баланс и кинетические закономерности абсорбции. Принципиальные схемы абсорбции. Конструкции абсорберов.

## **Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине**

### **Семестр 4**

**Раздел 1.** Гидростатика

Основные свойства пищевых продуктов и сырья. Гидростатика. Контрольная задача

**Раздел 2.** Гидродинамика. Режимы течения

Расчет эквивалентного диаметра. Расчет режима течения. Контрольная задача

**Раздел 3.** Гидравлические сопротивления в трубопроводах и каналах

Гидравлические сопротивления в трубопроводах и каналах. Подбор насосов. Контрольная задача.

#### **Раздел 4. Фильтрация**

Кинетика фильтрации. Подбор фильтров.

#### **Раздел 5. Осветление водных суспензий.**

Кинетика осаждения. Расчёт отстойника. Контрольная задача

#### **Раздел 6. Исследование работы циклона**

Осаждение в поле центробежных сил. Кинетика осаждения. Классификация и устройство циклонов. Контрольная задача

#### **Раздел 7. Мембранные процессы.**

Устройство мембранных аппаратов.

### **Семестр 5**

#### **Раздел 1. Теплопроводность**

Уравнения теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Теплофизические свойства пищевых продуктов и сырья. Решение задач на расчёт теплопроводности. Контрольная задача

#### **Раздел 2. Теплопередача**

Расчёт теплопередачи. Решение задач на расчёт теплопередачи. Контрольная задача

#### **Раздел 3. Расчет теплообменных аппаратов**

Расчет теплообменников. Итерационный метод расчета коэффициента теплопередачи. Пример расчёта аппарата. Контрольная задача.

#### **Раздел 4. Курсовое проектирование. Оформление пояснительной записки**

Титульный лист. Задание на курсовой проект. Содержание. Введение. 1. Описание теоретических основ процесса. 2. Описание конструкции аппарата, выбор материала для его изготовления. 3. Технологическая схема установки и ее описание. 4. Технологический расчет аппарата. 5. Расчет и подбор вспомогательного оборудования. Заключение. Список использованной литературы. Приложение.

#### **Раздел 5. Курсовое проектирование. Оформление графической части проекта**

Чертеж технологической схемы. Изображение изделий. Таблицы условных графических изображений

#### **Раздел 6. Расчёт выпарной установки**

Основные зависимости и расчётные формулы. Примеры. Контрольная задача

#### **Раздел 7. Сушка.**

Основные зависимости и расчётные формулы. Примеры. Контрольная задача.

#### **Раздел 8. Защита курсовых проектов.**

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

### **Семестр 4**

Интерактивная лекция (тема № 1 – 8);

Групповая дискуссия (тема № 3, 6, 8);

Анализ ситуаций (тема № 8).

### **Семестр 5**

Интерактивная лекция (тема № 1 – 9);  
Групповая дискуссия (тема № 3, 6, 8, 9);  
Анализ ситуаций (тема № 8, 9).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **Семестр 4**

Текущий контроль успеваемости: рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 1**

Решение и проверка контрольных задач по темам «Гидростатика», «Гидродинамика. Режимы течения»

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 2**

Решение и проверка контрольных задач по теме «Гидравлические сопротивления в трубопроводах и каналах, расчет и подбор насоса»

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 3**

Решение и проверка контрольных задач по темам «Расчёт отстойника», «Расчет циклона»

### **Семестр 5**

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 1**

Решение и проверка контрольных задач по темам «Гидростатика», «Гидродинамика. Режимы течения»

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 2**

Решение и проверка контрольных задач по теме «Гидравлические сопротивления в трубопроводах и каналах, расчет и подбор насоса»

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 3**

Защита курсовых проектов предполагает знания и навыки по оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта:

1. Титульный лист.
2. Задание на курсовой проект.
3. Содержание проекта.
4. Введение.
5. Описание теоретических основ процесса.
6. Описание конструкции аппарата, выбор материала для его изготовления.
7. Технологическая схема установки и ее описание.
8. Технологический расчет аппарата.
9. Расчет и подбор вспомогательного оборудования.
10. Заключение.
11. Список использованной литературы.
12. Приложение.
13. Чертеж технологической схемы.
14. Изображение изделий.

## 15. Таблицы условных графических изображений

### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

#### Семестр 4

1. Какому общему закону подчиняются процессы пищевой технологии? Как записывается этот закон?
2. Перечислите кинетические закономерности основных процессов пищевой технологии.
3. В чем заключаются задачи расчёта машин и аппаратов пищевых производств?
4. Перечислите конструкционные материалы, применяемые в пищевом машиностроении.
5. Какие факторы учитываются при технико-экономическом выборе материалов для пищевого оборудования?
6. Какими показателями характеризуются периодический и непрерывный процессы?
7. Что такое физическое и математическое моделирование?
8. В каком случае используется теория подобия для моделирования процессов?
9. Какие существуют числа подобия? Как их получают?
10. Какие числа подобия называют определяющими и определяемыми?
11. Что такое параметрическое число подобия?
12. Что такое условия однозначности?
13. Какие законы изучают в разделах «Гидростатика» и «Гидродинамика»?
14. Какими свойствами обладает капельная жидкость?
15. В каких единицах измеряется давление?
16. Какими свойствами обладает гидростатическое давление?
17. Какие приборы используют для измерения давления?
18. Что такое абсолютное давление, избыточное давление, вакуум?
19. Как рассчитать силу давления на дно сосуда и на вертикальную стенку?
20. Под действием каких сил жидкость движется по трубопроводам и каналам?
21. В чём отличие установившегося движения от неустановившегося?
22. Что такое расход?
23. Что такое средняя скорость?
24. Напишите и объясните уравнение неразрывности?
25. Напишите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
26. Что такое геометрический напор, пьезометрический напор, скоростной напор, полный напор?
27. Что называется местным сопротивлением? Какие существуют разновидности местных сопротивлений?
28. Что называют коэффициентом сопротивления и коэффициентом гидравлического трения?
29. Как классифицируются насосы?
30. Как определяются напор, развиваемый насосом и высота всасывания?
31. По какому принципу работают поршневые насосы?
32. Назовите способы уменьшения неравномерности подачи поршневых насосов.
33. На каком принципе основана работа центробежных насосов?
34. От каких размеров насоса зависит напор центробежного насоса?
35. Как зависят напор, подача и мощность насоса от частоты вращения рабочего колеса?
36. На чём основан принцип действия вихревого насоса?
37. В каких случаях применяют шестеренные насосы?
38. Когда применяются винтовые насосы?
39. Перечислите признаки, по которым классифицируют неоднородные системы? Какие вы знаете неоднородные системы?
40. Какие движущие силы используют при разделении неоднородных систем?
41. Какой закон описывает процесс осаждения при ламинарном режиме?
42. Какие силы действуют на осаждающую частицу?
43. Что является движущей силой отстаивания?
44. Что такое фактор разделения?



45. Какие правила должны соблюдаться при отстаивании?
46. Какое оборудование применяется для отстаивания и осаждения в пищевой промышленности?
47. Какие существуют виды фильтрования?
48. Какие конструкции фильтров и фильтрующих центрифуг применяются в пищевой промышленности?
49. Чем отличается фильтрующая центрифуга от отстойной?
50. Какое состояние слоя твердого зернистого материала называют псевдооживленным?
51. Что такое скорость начала псевдооживления и скорость уноса?
52. Что определяет число псевдооживления?
53. Чем отличается идеальная кривая псевдооживления от реальной? В чём причина этого?
54. Опишите явления поршневого режима и фонтанирующего слоя?
55. Какие бывают конструкции аппаратов с псевдооживленным слоем?
56. По какому признаку классифицируются мембранные процессы?
57. Назовите разновидности баромембранных процессов. По какому признаку они подразделяются?
58. В чём принципиальное различие между баромембранными процессами и обычным фильтрованием?
59. Что такое осмотическое давление?
60. Перечислите свойства, которыми должны обладать полупроницаемые мембраны.
61. Из каких материалов изготавливают полупроницаемые мембраны?
62. Какие конструкции мембранных аппаратов используют в пищевой промышленности?
63. Какие фильтрующие элементы используют в мембранных аппаратах?
64. На какие виды подразделяются процессы дробления и измельчения?
65. Как определяется степень измельчения?
66. Объясните физический смысл уравнения Ребиндера.
67. Укажите область применения молотковых дробилок.
68. Какие измельчающие машины применяют: а) для дробления и помола зерна; б) для резки овощей и фруктов?
69. Объясните принцип действия катоделетёрки.
70. Назовите известные вам способы сортирования.
71. Какие сита используются в пищевой промышленности?
72. Как определить номер штампованного сита, сетки из металлической проволоки, тканого сита?
73. Как оценить эффективность просеивания?
74. Объясните принцип действия рассева, бурата?
75. На чём основано разделение в триере?
76. Как отделяют металлические примеси?
77. В каких случаях применяют пневматическое и гидравлическое сортирование?
78. Для чего применяют прессование в пищевой промышленности?
79. Напишите уравнение Пуазейля.
80. Какие материалы подвергают прессованию?
81. От каких величин зависит коэффициент прессования?
82. С какой целью и как уплотняют сыпучие материалы?
83. Для чего применяются биохимические процессы?
84. В каких областях пищевой промышленности используют микроорганизмы?
85. Какие требования предъявляются к технологическому процессу при производстве бактериальных препаратов и веществ?
86. В чём особенности биохимических процессов?
87. Из каких стадий складывается процесс роста культуры микроорганизмов?

1. Какие процессы относятся к группе тепловых?
2. Что является основной характеристикой любого теплового процесса?
3. Что является основным размером теплообменного аппарата?
4. Какое уравнение называется основным уравнением теплопередачи?
5. Какой процесс называется теплопередачей?
6. Каков физический смысл коэффициента теплопередачи?
7. Какие существуют способы передачи теплоты?
8. Как формулируется закон Фурье?
9. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
10. Какими законами описывается процесс теплового излучения?
11. В чём смысл закона теплоотдачи Ньютона?
12. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?
13. Какие числа теплового и гидродинамического подобия входят в уравнения подобия конвективного переноса теплоты и что они характеризуют?
14. Какие параметры характеризуют теплоотдачу при естественной и вынужденной конвекции?
15. В чём заключаются особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей? Каким критерием учитываются эти особенности? В чём его физический смысл?
16. Как связаны между собой коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи?
17. Чем отличается процесс теплоотдачи от процесса теплопередачи?
18. Из чего складывается общее термическое сопротивление?
19. Что является движущей силой тепловых процессов? Как она определяется?
20. В чём заключается сущность процесса выпаривания?
21. Для чего применяется процесс выпаривания в пищевой технологии?
22. Что такое температурная депрессия?
23. Что такое теплота растворения?
24. Сформулируйте закон Гесса.
25. Перечислите способы выпаривания, применяемые в пищевых производствах.
26. Какой пар называется вторичным?
27. От чего зависит количество выпаренной воды?
28. Как определяется расход греющего пара при выпаривании? На какие цели он расходуется?
29. Чем отличается полезная разность температур от общей?
30. Из чего складываются потери общей разности температур?
31. Что такое экстра-пар?
32. Какие существуют схемы многокорпусных выпарных установок?
33. Какие существуют способы распределения полезной разности температур по корпусам?
34. Что называется массопередачей?
35. Какие признаки объединяют все массообменные процессы?
36. Какие существуют способы выражения концентраций?
37. Как выражается движущая сила процесса массопередачи?
38. Каков физический смысл коэффициентов массопередачи и массоотдачи? Какая существует между ними связь?
39. Что характеризует рабочая и равновесная линии процесса?
40. Какими законами описывается процесс переноса вещества из ядра потока к поверхности раздела фаз?
41. Какой закон описывает молекулярную диффузию?
42. Какие числа подобия используются в расчётной практике?
43. Почему при расчёте массообменных аппаратов оперируют со средней движущей силой процесса?
44. Назовите существующие способы сушки.
45. Что является условием сушки и условием поглощения влаги материалом?
46. Назовите формы связи влаги с материалом.

47. Что является причиной возникновения петли гистерезиса у изотерм
48. сорбции и десорбции?
49. Что такое влагосодержание воздуха?
50. Напишите уравнение рабочей линии сушки.
51. Какие параметры отображены на диаграмме Рамзина?
52. Почему процесс сушки разделяется на два периода?
53. Какие факторы определяют скорость сушки в первом периоде, во втором периоде?
54. Какие основные величины определяют габариты сушилок в периодически действующих аппаратах, в непрерывнодействующих аппаратах?
55. Какие материалы целесообразно сушить в конвективных сушилках, а какие – в контактных?
56. Для каких продуктов используют распылительные сушилки?
57. Чем отличается вакуумная сушка от сублимационной?
58. Когда применяются двухступенчатые сушильные установки?

**Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля, дается учебно-методическое обеспечение (возможно в виде ссылок) самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.**

Темы СРС: эссе, рефератов, курсовых проектов (работ) и др.

#### 4 семестр

##### Темы рефератов:

1. Основные цели и задачи процессов и аппаратов пищевых производств.
2. Общая характеристика основных законов исследования технологических процессов.
3. Процессы сортирования и калибрования и просеивания пищевого сырья. Цели и задачи. Классификация процессов.
4. Аппаратурное оформление процессов.
5. Неоднородные системы и методы их разделения.
6. Аппаратурное оформление процесса разделения неоднородных систем.
7. Процессы разделения неоднородных систем «газ – твердое тело». Классификация аппаратов для реализации процесса. Пылеуловители, фильтры, осадители.
8. Мембранные процессы. Характеристика мембран.
9. Аппараты для баромембранных процессов. Методика расчета баромембранных процессов.
10. Мокрое обеспыливание и флотация.
11. Классификация и основные закономерности тепловых процессов.
12. Процессы замораживания и размораживания.
13. Специфические тепловые процессы. Интенсификация тепловых процессов.
14. Устройство теплообменной аппаратуры.
15. Основные законы массопередачи.
16. Сорбционные процессы.
17. Аппаратурное оформление процессов.

#### 5 семестр

**Задание на курсовое проектирование № 1 «Расчет кожухотрубного теплообменника для нагрева жидкости»**

**Произвести расчет кожухотрубного теплообменника** для нагрева жидкости  $\mathcal{Ж}_2$  в количестве  $G_2$  т/ч от температуры  $t_{2н}$  °С до температуры  $t_{2к}$  °С. Нагрев осуществляется насыщенным водяным паром с избыточным давлением  $P_{изб}$  атм.

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

	Вторая цифра номера студента в журнале									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Жидкость $J_2$	молоко	вода	20% р-р этил. спирта	сливки	25% сахарный раствор	25% раствор NaCl	Уксусная кислота	Глицерин	25% раствор CaCl <sub>2</sub>	Масло подсолнечное
Производительность $G_2$ , т/час	17	20	23	26	19	16	31	28	34	13

	Первая цифра номера студента в журнале										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Начальная температура жидкости $t_{2н}$ , °С	12	17	23	26	8	31	14	28	33	6	
Конечная температура жидкости $t_{2к}$ , °С.	87	64	79	98	83	94	69	88	91	77	
Давление пара $P_{изб}$	2,3	3,4	4,6	1,9	2,7	3,5	4,4	1,8	2,9	3,9	

**Задание на курсовое проектирование № 2 «Произвести расчет кожухотрубного теплообменника для охлаждения жидкости»**

Произвести расчет кожухотрубного теплообменника для охлаждения жидкости  $J_1$  в количестве  $G_1$  т/ч от температуры  $t_{1н}$  °С до температуры  $t_{1к}$  °С. Охлаждение осуществляется жидкостью  $J_2$  с начальной температурой  $t_{2н}$  °С.

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

	Вторая цифра номера студента в журнале										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Жидкость $J_1$	молоко	Вода	20% р-р этил. спирта	сливки	25% сахарный раствор	25% раствор NaCl	Уксусная кислота	Глицерин	25% раствор CaCl <sub>2</sub>	Масло подсолнечное	
Производительность $G_1$ , т/час	22	27	16	30	28	15	34	24	11	26	

	Первая цифра номера студента в журнале										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Начальная температура жидкости	92	87	73	66	98	83	74	88	73	86	

$Ж_1$ $t_{1H}$ °С										
Конечная температура жидкости $Ж_1$ $t_{1K}$ °С.	7	14	22	18	23	34	19	28	21	17
Начальная температура жидкости $Ж_2$ $t_{2H}$ °С	3	4	6	9	7	5	4	8	2	1

Примечание. Видом охлаждающей жидкости и ее конечной температурой задаться самостоятельно. При этом необходимо обосновать выбор теплоносителя и значение температуры в пояснительной записке.

**Задание на курсовое проектирование № 3 «Расчет теплообменника типа "труба в трубе" для охлаждения жидкости»**

Произвести расчет теплообменника типа "труба в трубе" для охлаждения  $G_1$  кг/ч жидкости  $Ж_1$  от температуры  $t_{1H}$  °С до температуры  $t_{1K}$  °С. Охлаждение осуществляется жидкостью  $Ж_2$  с начальной температурой  $t_{2H}$  °С.

**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

	Вторая цифра номера студента в журнале									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жидкость $Ж_1$	молоко	вода	20% р-р этил. спирта	сливки	25% сахарный раствор	25% раствор NaCl	Уксусная кислота	Глицерин	25% раствор CaCl <sub>2</sub>	Масло подсолнечное
Производительность $G_1$ , т/час	12	17	11	10	8	15	14	8	10	12

	Первая цифра номера студента в журнале									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная температура жидкости $Ж_1$ $t_{1H}$ °С.	82	77	63	65	78	83	54	88	63	76
Конечная температура жидкости $Ж_1$ $t_{1K}$ °С.	17	12	22	18	13	24	19	28	21	17
Начальная температура жидкости $Ж_2$ $t_{2H}$ °С	2	5	7	8	6	4	3	9	3	4

Примечание. Видом охлаждающей жидкости и ее конечной температурой задаться самостоятельно. При этом необходимо обосновать выбор теплоносителя и значение температуры в пояснительной записке.

### Задание на курсовое проектирование № 4 «Расчет выпарного аппарата для концентрирования раствора»

Произвести расчет выпарного аппарата для концентрирования  $G_n$  кг/ч раствора от начальной концентрации  $x_n$  % до конечной концентрации  $x_k$  % при следующих условиях:

1. Обогрев осуществляется насыщенным водяным паром с избыточным давлением  $P_{изб}$  атм.;
2. Абсолютное давление в барометрическом конденсаторе  $P_{абс}$  атм.;
3. Отбор экстрапара не производится;
4. Раствор поступает в корпус аппарата при температуре  $t_n$  °С.

#### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вторая цифра номера студента в журнале	Растворенное вещество	Кол-во исходного раствора $G_n$ , кг/ч	Начальная концент-рация раствора $x_n$ , %	Конечная концент-рация раствора $x_k$ , %
0	сахар	25000	11,0	19,0
1	сахар	35500	13,5	21,5
2	сахар	22500	16,0	25,0
3	сахар	34000	14,0	23,5
4	NaCl	13500	18,5	26,5
5	NaCl	14200	12,0	19,5
6	NaCl	24500	14,0	21,0
7	CaCl <sub>2</sub>	35000	13,5	24,0
8	CaCl <sub>2</sub>	15300	15,5	24,5
9	CaCl <sub>2</sub>	25500	16,0	22,5

	Первая цифра номера студента в журнале										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Давление греющего пара $P_{изб}$ , ат	2,1	2,4	2,7	2,6	3,8	3,1	3,2	2,5	3,7	3,3	
Давление в барометрическом конденсаторе $P_{абс}$ , ат	0,16	0,27	0,13	0,30	0,25	0,17	0,19	0,22	0,14	0,33	
Начальная температура раствора $t_n$ °С	15	17	22	32	29	19	26	21	30	24	

### Задание на курсовое проектирование № 5 «Расчет барабанной сушилки»

Произвести расчет барабанной сушилки для сушки материала производительностью  $G$  т/ч по влажному материалу. Материал поступает в сушилку с температурой  $t_n$  °С и влажностью  $W_n$  %.

Влажность материала, выходящего из сушилки, составляет  $W_k$  %. В качестве сушильного агента используют воздух.

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

	Вторая цифра номера студента в журнале									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Высушиваемый материал	кукуруза	Поваренная соль	пшеница	Сахарный песок	Свекловичный жом	Аммиачная селитра	Сернокислый аммоний	Подсолнечные семена	ячмень	кукуруза
Производительность $G$ , т/час	12	17,5	11	10,5	8	15,5	14	8,5	10	12,5

	Первая цифра номера студента в журнале										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Начальная влажность материала $W_n$ , %	22	17	23	15	18	20	24	19	24	16	
Конечная влажность материала $W_k$ , %	7	10	12	8	7	9	11	8	13	7	
Начальная температура материала $t_n$ , °C	23	15	17	28	16	34	30	19	33	24	

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций, обучающихся по дисциплине, оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 212 с. - ISBN 978-5-9596-0958-0.	2013	4	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book">http://znanium.com/bookread.php?book</a>
2. Процессы и аппараты пищевых производств / Жуков В.И. Новосибир.: НГТУ, 2013. - 188 с.: ISBN 978-5-7782-2403-2.	2013	3	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book">http://znanium.com/bookread.php?book</a>
3. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств / Курочкин А.А., Зимняков В.М. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с.: ISBN 978-5-16-104426-1.	2016	2	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=545595">http://znanium.com/bookread.php?book=545595</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.В. Логинов; Под ред. А.Н. Острикова. СПб.: ГИОРД, 2012. - 616 с.: ил. ISBN 978-5-98879-124-9.	2012	1	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=359537">http://znanium.com/bookread.php?book=359537</a> .
2. Оборудование перерабатывающих производств: Учебник / Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Зимняков В.М. и др. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 363 с.: Высшее образование: Бакалавриат. ISBN 978-5-16-010779-0.	2016	2	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=537419">http://znanium.com/bookread.php?book=537419</a> .
3. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства. Теория и практика: Учебное пособие / Красуля О. Н., Николаева С. В., Токарев А. В. СПб.: ГИОРД, 2015. – 320 с.: ISBN 978-5-98879-164-5.	2015	2	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=495503">http://znanium.com/bookread.php?book=495503</a> .



4. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. М.: КУРС: НИЦ ИНФРА- М, 2014. – 312с.	2014	2	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=449810">http://znanium.com/bookread.php?book=449810.</a>
5. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2015.	2015	1	<a href="http://znanium.com/bookread.php?book=483246">http://znanium.com/bookread.php?book=483246.</a>

## 7.2. Периодические издания

### 7.3. Интернет-источники:

Курс лекций по дисциплине «Процессы и аппараты...»

[https://zinref.ru/000\\_uchebniki/04200produkty/010\\_00\\_00\\_processi\\_i\\_apparati\\_pishevih\\_proizvodstv\\_lekcii/000.htm](https://zinref.ru/000_uchebniki/04200produkty/010_00_00_processi_i_apparati_pishevih_proizvodstv_lekcii/000.htm)

Технологические схемы пищевых производств: <https://proiz-teh.ru/tehnologii-proizvodstva.html>

ПАХТ

<https://www.youtube.com/watch?v=o05i6f2XUIo&list=PLfP2jE5VgpdXjy4rs312WExTJHf0eV3ZR>

Лекции ПАХТ


<https://muctr.ru/university/departments/paht/lectures/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины «Процессы и аппараты пищевых производств» имеются помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лекционные занятия проводятся в аудиториях: 330-1.

Лабораторные работы проводятся в учебной аудитории 160-4, оборудованной НОЦ «Чистая вода»

Программу дисциплины составил: доц. кафедры биологии и экологии, к.х.н., доцент  
Л.А. Ширкин 

Согласовано:

Рецензент (представитель работодателя) к.т.н. Сенатов А.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании \_\_\_\_\_ кафедры БиЭ от 25.06.18 года,  
протокол № 27.

Заведующий кафедры БиЭ, д.б.н., профессор Трифонова Т.А.



## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 26 от 17.06.19 года

Заведующий кафедрой




Т.П. Туркина

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 03.06.20 года

Заведующий кафедрой



Т.П. Туркина

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 31 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой



Т.П. Туркина

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*Процессы и аппараты пищевых производств*

образовательной программы направления подготовки 19.03.02 «*Продукты питания из растительного сырья*», направленность: «*Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий*»

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Подпись    ФИО