

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова**

**Послевузовское профессиональное образование**

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник отдела аспирантуры и докто-  
рантуры

  
/Ткаченко О.В./  
«23» декабре 2011 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научной и инновацион-  
ной работе

  
/Воротников И.Л./  
«23» декабре 2011 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Процессы и аппараты пищевых производств**

Обязательная дисциплина по специальности  
05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств

## **1.Цели подготовки**

Основная цель – изучение особенностей методологических основ формирования дисциплины и методов изучения процессов пищевых производств. Представленные основы формализации процессов, методология и специфика их обобщения призваны целенаправленно сконцентрировать у аспиранта научные подходы в изучении и исследовании процессов, являющихся основой технологических производств пищевой промышленности.

## **2.Требования к уровню подготовки аспиранта**

Аспирант должен иметь базовое образование по пищевым технологиям, оборудованию и к ним примыкающим по общему уровню подготовки в соответствии с направлением вузовского обучения. Все это безусловно позволяет сформировать менталитет и мышление соискателя степени по избранной специальности. В дополнение к указанным требованиям ассоциативно примыкают: широкая эрудиция в составляющих объект исследования направлениях, высокий уровень подготовки по информационным технологиям, математике, физике, химии, гидравлике, термодинамике, основам специальных технологий, основам процессов пищевых технологий, начертательной геометрии. Неформально учитывается склонность к научным исследованиям, определяемая конкретными результатами при вузовской подготовке.

В результате изучения дисциплины соискатель должен овладеть основами методологии изучения и исследования процессов пищевых производств в аспектах их формализации на современном научном уровне.

## **3.Структура и содержание программы подготовки аспиранта**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы: аудиторная работа – 108 часа (лекции - 30 часов, семинары -24 часа, самостоятельная работа – 54 часа).

Таблица 1

## Структура и содержание дисциплины

№ п\п	Темы занятий и их содержание	Вид занятий	Количество часов
1	2	3	4
1	<b>Гидродинамика однофазного потока рабочей среды.</b> Дифференциальные уравнения сплошности, Навье-Стокса, баланса количества движения	Лекция	2
2	<b>Гидродинамическое подобие.</b> Уравнение Рейнольдса (уравнение турбулентного движения)	Лекция	2
3	<b>Уравнения Прандтля.</b> Перенос количества движения при ламинарном и турбулентном режиме.	Лекция	2
4	<b>Распределение скоростей в потоке жидкости.</b> Распределение скоростей в ядре потока. Распределение скоростей в ламинарном подслое	Лекция	2
5	<b>Двухфазные потоки рабочих сред.</b> Общие характеристики. Система газ-жидкость, газ (жидкость)-твердое тело. Пленочное течение. Кинетика процесса барботирования, осаждения, фильтрования.	Лекция	2
7	<b>Моделирование гидродинамических потоков в аппарате.</b> Модели движения (идеальное вытеснение, идеальное перемешивание, диффузионная модель движения и перемешивания. Степень обработки объекта в аппарате непрерывного действия.	Лекция	2
8	<b>Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.</b> Вывод критериев процесса, их физический смысл.	Лекция	2
9	<b>Моделирование различных состояний теплообмена.</b> Процесс без и с изменением агрегатного со-	Лекция	2

	стояния рабочих сред.		
10	<b>Расчет процесса теплообмена.</b> Расчет процесса в реальных условиях. Основные этапы расчета.	Лекция	2
11	<b>Моделирование работы теплообменных аппаратов.</b> Различные условия теплообмена в теплообменниках, применяемых в пищевых отраслях	Лекция	2
12	<b>Оптимизация расчета теплообменников.</b> Алгоритмы и методы оптимизации, критерии.	Лекция	2
13	<b>Моделирование процессов выпаривания пищевых растворов.</b> Методы, алгоритмы, критерии процесса.	Лекция	2
14	<b>Дифференциальные уравнения массообменных процессов.</b> Принципы составления уравнений: детерминированный, стохастический.	Лекция	2
15	<b>Процессы сорбции в пищевых производствах.</b> Основы теории. Модели формализации, алгоритмы расчета. Аппаратурное оформление.	Лекция	2
16	Составление математического описания объекта	Семинар	2
17	Анализ процесса. Выбор метода решения, составление алгоритма и программы метода.	Семинар	2
18	Блочный принцип модельного представления процессов	Семинар	2
19	Статистическое представление параметров процессов	Семинар	2
20	Идентификация параметров модельного представления процесса	Семинар	2
21	Виды статистических оценок параметров процессов	Семинар	2
21	Параметрическая идентификация моделей	Семинар	2
22	Проверка адекватности моделей. Критерии, гипотезы, анализ значимости составляющих модели	Семинар	2
23	Исследование структуры потоков в модельном процессном объекте	Семинар	2
24	Исследование состояния потоков объекта	Семинар	2
25	Исследование характеристик элементов потока в объекте	Семинар	2

26	Формализация типовых моделей процессов	Семинар	2
27	Определение безразмерных форм записи моделей процессов. Передаточная функция	Семинар	2
28	Теория измельчения объектов в пищевой промышленности	Самостоятельная работа	2
29	Аппаратурное оформление процессов измельчения: дробление, резание (схемы, типы рабочих органов, способы реализации процессов)	Самостоятельная работа	2
30	Механическая классификация результатов процесса измельчения	Самостоятельная работа	2
31	Тумблирование. Основы теории, аппаратурное оформление процесса	Самостоятельная работа	2
32	Способы процесса фильтрования. Аппараты	Самостоятельная работа	2
33	Перемешивание, способы, аппаратурное оформление	Самостоятельная работа	2
34	Осаждение, виды процесса, аппаратурное оформление	Самостоятельная работа	2
35	Прессование, формование, брикетирование, таблетирование, аппараты реализующие процесс	Самостоятельная работа	2
36	Центрифугирование, виды процесса, аппаратурное оформление	Самостоятельная работа	4
37	Классификация теплообменного оборудования пищевых производств. Рабочие среды. Принципы составления уравнений теплового и материального балансов. Виды уравнений процессов	Самостоятельная работа	4
38	Выпаривание. Способы, характеристические параметры процессов, аппаратурное оформление. Методики расчета способов выпаривания	Самостоятельная работа	4
39	Пастеризация, стерилизация. Основы теории. Параметры оценки. Аппаратурное оформление. Алгоритмы расчета.	Самостоятельная работа	4
40	Абсорбция, адсорбция. Основы теории, аппаратурное оформление	Самостоятельная работа	4
41	Ректификация. Основы теории, аппараты реализующие процесс	Самостоятельная работа	4
42	Экстракция. Основы теории, аппараты реализующие процесс	Самостоятельная работа	4
43	Кристаллизация. Теория. Аппараты, реали-	Самостоятельная	4

	зующие процесс	работа	
44	Сушка. Виды, способы, схемы. Статика и кинетика процесса конвективной сушки. Расчет процесса в i-d диаграмме. Аппаратурное оформление.	Самостоятельная работа	4
	<b>Контроль знаний</b>	<b>Зачет</b>	<b>2</b>

#### **4.Образовательные технологии**

Успешная реализация образовательного процесса по дисциплине достигается повышением его эффективности за счет реализации как традиционной методики преподавания, так и современных методов активного обучения: мультимедийные и проблемные лекции с дуальными и более противопоставлениями проблематики известных научных подходов и школ, использование виртуальных приемов моделирования и т.п. В целях развития творческой индивидуальности и навыков в научной работе предусматривается самостоятельное освоение дисциплины посредством написания рефератов. В целях приобретения навыков выступления перед аудиторией широко практикуются: доклады и научные сообщения на семинарах в модельном представлении атрибутики и форм освещения проблематики на научных конференциях.

#### **5.Оценочные средства для проведения контроля знаний**

##### **Вопросы к зачету**

- 1.Основные классические научные законы и положения, формулирующие общие закономерности протекания технологических процессов пищевых производств.
- 2.Основные классификации процессов пищевых производств, их организационно-техническая структура и кинетические закономерности. Движущая сила процесса.
- 3.Международная система единиц (СИ), ее особенности, достоинства и недостатки, применительно к размерностям группы свойств объектов пищевой промышленности.
- 4.Особенности моделирования в процессовой науке, их виды, принципы и подходы.

5. Теория размерности как метод исследования в процессах и аппаратах.
6. Оптимизация процессов и аппаратов пищевых производств. Основные принципы и требования при ее проведении.
7. Теория, теоремы и инварианты подобия.
8. Этапы разработки новых процессов и аппаратов пищевой промышленности, их особенности и основы проектирования аппаратов.
9. Теоретические основы процессов измельчения: способы, циклы, параметры определяющие процесс. Аппаратурное оформление процесса.
10. Теоретические основы процессов прессования: виды, параметры процесса. Аппаратурное оформление процесса.
11. Смещение и разделение сыпучих материалов в пищевой промышленности. Методы реализации процессов и способы их оценки. Аппаратурное оформление.
12. Дисперсные системы в пищевой промышленности. Виды систем, характеристические параметры, методы характеристики, распределение.
13. Основное уравнение гидростатики. Вывод. Его энергетический смысл.
14. Инженерные методы расчета емкостей в пищевой промышленности. Эпюры давления.
15. Основное уравнение гидростатики. Параметры и режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса, его вывод.
16. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости, его геометрическая и энергетическая интерпретация.
17. Гидравлические сопротивления и потери напора. Гидравлический расчет напорных трубопроводов.
18. Истечения жидкости через отверстия и насадки.
19. Назначение, классификация, характеристика насосов и насосных установок пищевой промышленности.
20. Принцип действия основных характерных насосов пищевой промышленности, их показатели работы.

21. Перемешивание жидких систем. Способы, реализации процесса, параметры оценки, критериальное уравнение процесса. Аппаратурное оформление расчетного процесса.
22. Сущность процесса диспергирования, его виды, характеристические параметры, аппаратурное оформление.
23. Процесс взбивания и пенообразование. Характеристики пены. Изменение физических параметров среды с течением процесса. Аппараты, реализующие процесс.
24. Сущность процесса псевдооживления. Режимы и параметры процесса. Аппаратурное оформление. Область применения.
25. Сущность процесса грануляции. Область применения процесса в пищевой промышленности. Способы грануляции, принципы действия аппаратов процесса.
26. Осаждение. Кинетика и режимы процесса. Свободное и стесненное движение частиц. Определяющий закон процесса.
27. Фильтрование, кинетика процесса. Методы, способы, параметры процесса. Аппаратурное оформление.
28. Мембранные методы разделения жидких систем. Классификация процессов. Механизм их проведения. Мембраны, их параметры. Аппаратурное оформление процессов, типы аппаратов, область применения, перспективы.
29. Сущность процесса центрифугирования. Параметры процесса. Аппаратурное оформление. Типы центрифуг, принцип действия, производительность.
30. Циклоны, их типы, основы теории, принцип работы, область применения.
31. Очистка газов. Способы очистки, их аппаратурное оформление. Основы теории различных способов очистки, методы инженерного расчета.
32. Виды теплопереноса в пищевой промышленности, их представление и общие понятия процесса.
33. Теплопроводность. Характеристические уравнения явления. Их использование для получения критериальных форм.



34. Уравнение теплопроводности и плоской и цилиндрической стенки.
35. Теплообмен при излучении. Его использование в инженерных расчетах тепловой аппаратуры.
36. Дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты. Критериальные уравнения процесса. Подобие процессов теплоотдачи.
37. Теплоотдача при вынужденной и естественной конвекции.
38. Теплоотдача при конденсации насыщенных паров, виды конденсации.
39. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании труб.
40. Теплоотдача при кипении, режимы процесса.
41. Расчет потерь тепла в окружающую среду с поверхностей теплового оборудования, толщина теплоизоляции.
42. Уравнения теплопередачи для плоской и цилиндрической стенки при постоянных и переменных температурах теплоносителей.
43. Определение средней движущей силы при различных направлениях движения теплоносителей.
44. Определение коэффициентов теплоотдачи и их связь с коэффициентом теплопередачи.
45. Теплопередача при нестационарном режиме.
46. Нагревание различного рода теплоносителями в пищевой промышленности. Требования, предъявляемые к теплоносителям, их характеристика.
47. Классификация и конструкции теплообменных аппаратов пищевой промышленности. Направления их совершенствования.
48. Методы расчета теплообменников (поверочный и проектный расчет).
49. Процесс выпаривания, методы, условия проведения. Простое выпаривание.
50. Выпаривание в однокорпусной выпарной установке. Характеристические показатели процесса.
51. Многокорпусное выпаривание. Схемы процесса, распределение полезной разности температур по корпусам, оптимальное число корпусов.
52. Методика расчета многокорпусных выпарных установок.

53. Сущность процесса пастеризации, способы реализации процесса, аппаратурное оформление.
54. Сущность процесса стерилизации, показатели процесса, стерилизующий эффект. Аппаратурное оформление процесса.
55. Массоотдача, преобразование дифференциальных уравнений переноса массы методами теории подобия. Критериальное уравнение процесса в общем виде.
56. Основы массопередачи в системах со свободной границей раздела фаз. Движущая сила процесса.
57. Молекулярный и конвективный массоперенос. Законы Фика.
58. Дифференциальное уравнение конвективного массопереноса.
59. Турбулентная диффузия, гидродинамические и диффузионные слои.
60. Уравнение аддитивности фазовых сопротивлений
61. Средняя движущая сила процессов массопередачи.
62. Методы расчета основных размеров массообменных аппаратов.
63. Массопередача в системах с твердой фазой.
64. Теоретические основы абсорбции. Десорбция. Аппаратурное оформление процесса, сравнительная характеристика.
65. Теоретические основы адсорбции. Десорбция. Аппаратурное оформление процесса, схемы проведения процесса, интенсификация.
66. Простая перегонка. Перегонка с водяным паром, дефлегмацией, молекулярная дистилляция, параметры процесса.
67. Ректификация, схемы процесса, его параметры, основы расчета (бинарные смеси при непрерывном процессе).
68. Теоретические основы жидкостной экстракции. Конструкции экстракторов.
69. Общие сведения об ионном обмене. Типы аппаратов, реализующих процесс.
70. Диаграмма состояния влажного воздуха, его основные параметры.
71. Кинетика процесса конвективной сушки.
72. Расчет процесса конвективной сушки в и I-d-диаграмме.

73.Варианты сушильных процессов. Аппаратурное оформление процесса. Направления совершенствования сушильного оборудования.

74.Сублимация. Основы теории. Аппаратурное оформление.

75.Общие сведения о кристаллизации. Кинетика процесса, его параметры, способы реализации, аппараты.

### **Темы рефератов**

1.Основные законы (уравнения) гидростатики, используемые в гидромеханических процессах пищевых отраслей.

2. Основные законы гидродинамики, используемые для вывода критерий и сиплексов в пищевых отраслях.

3. Энергетический смысл основных законов гидравлики.

4. Основные уравнения термодинамики, используемые в тепловых процессах пищевых отраслей.

5. Лучистый теплообмен.

6. Особенности теплопередачи через твердую «стенку».

7. Общая характеристика рабочих сред тепловых процессов пищевых отраслей.

8. Нестационарные тепловые процессы.

9. Влияние реологических параметров рабочих сред на процесс теплопередачи.

10. Основные законы теории массопередачи, используемые для выводов критерияльных форм в пищевых отраслях.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **Основная литература**

1. **Остриков, А.Н.** Процессы и аппараты пищевых производств: Учеб. для вузов: в 2 кн; под ред. А.Н. Острикова.-СПБ: ГИОРД, 2007.

2. **Плаксин, Ю.М.** Процессы и аппараты пищевых производств:- М. «Колос» 2005.-760 с.

3. **Стабников, В. Н.** Процессы и аппараты пищевых производств.-М. Агро-произдат, 1985.-503 с.
4. **Кавецкий Г. Д.** Процессы и аппараты пищевой промышленности. - М.:Агропромиздат, 1999.-396с.
5. **Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/** Под. ред. Романкова П. Г. -Л..Химия, 1981.-560с.
6. **Гребенюк, С. Н.** Процессы и аппараты пищевой промышленности. М.Агропромиздат, 1999-278 с.
7. **Алексеев, Г.В.** Виртуальный лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств.- СПб. СПбГУНиПТ, 2007-143с.

#### **Дополнительная литература**

1. **Ангелюк, В.П.** Расчет сушилок. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 9538, рег.27.11.2007 г.
2. **Ангелюк, В.П.** Алгоритм определения показателей энергетической эффективности процессов стерилизации баночных консервов. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 11139, рег.14.07.2008 г.
3. **Ангелюк, В.П.** Алгоритм анализа физического состава пищевых систем. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16553, рег.23.12.2010 г.
4. **Ангелюк, В.П.** Алгоритм проектирования профиля куттерного ножа. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16024, рег.20.07.2010 г.
5. **Ангелюк, В.П.** Базисные основы формализации массообменных процессов пищевых производств. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 17167, рег.7.07.2011 г.
6. **Ангелюк, В.П.** Алгоритм определения показателей энергетической эффективности процессов стерилизации баночных консервов. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 11139, рег.14.07.2008 г.
7. **Ангелюк В.П.** Алгоритм проектирования инжектора для выпарных установок. Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 16778, рег.2.03.2011 г.
8. **Пищевая инженерия /** Спр с примерами расчетов под ред К.Дж. Валентаса СПб «Профессия», 2004 – 851 с.
9. **Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности./** Данилова Г. н., Филаткин В. Н., Щербов М. Г., Бучко А. А. - М: Агропромиздат, 1986.-288С.

10. **Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств/** Гребенюк С. М., Михеева Н. С, Грачев Ю. П. и др.- М:Агропромиздат, 1987.- 304с.

11. **Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/** Под ред. Дытнерского Ю. И..- М.:Химия, 1983.-27с.

12. **Холодильная технология продуктов в мясной, молочной промышленности/** Ильясов В. С, Полушкин В. И., Васильева Н. Л.-М..Легкая и пищевая промышленность, 1983.-216С.

13. **Кук, Г. А.** Процессы и аппараты молочной промышленности.- М: Пищевая промышленность, 1973.-767с.

14. **Касаткин, А. Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии.- Химия, 1973.-750с.

15. **Баранцев, В.И.** Сборник задач по процессам и аппаратам пищевых производств.-М :Агропромиздат,1985-136с.

16. **Лонцин,М.** Основные процессы пищевых производств. М. Легкая промышленность, 1983.-383с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Поисковые системы Yandex, Rambler, Google.
- Электронная библиотека СГАУ <http://library.sgau.ru>.
- Научный журнал СПбГУНиПТ.Серия: Процессы и аппараты пищевых производств (электронный журнал) <http://processes.open-mechanics.com/>
- Научный журнал СПбГУНиПТ серия «Процессы и аппараты пищевых производств» <http://processes.com/>
- <http://www.bookland.ru>
- <http://www.booknavigator.ru>
- <http://www.bookprofessija.ru>

Программа составлена в соответствие с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденными приказом Министерства образования и науки РФ 16 марта 2011 г., № 1365, на основании паспорта и программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Автор: профессор, доктор технических наук Ангелюк В.П.

Программа одобрена на заседании методической комиссии технологического факультета « 28 » сентября 2011 года, протокол № 2

Председатель методической комиссии,  
Технологического факультета,  
доцент



/Д.Н. Катусов/

