

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Н.А. Медведева

«26» декабря 2024 г.



## **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

*программа вступительного испытания для поступающих  
на первый курс по образовательным программам высшего образования –  
программам магистратуры  
(2025/2026 учебный год)*

Составители программы:

Кузин А.А., кандидат технических наук, доцент  
Гнездилова А.И., доктор технических наук, профессор



Программа вступительных испытаний обсуждена и одобрена на заседании кафедры технологического оборудования «04» декабря 2024 г., протокол № 4.

Зав. кафедрой  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ /Кузин А.А./



## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания «Процессы и аппараты пищевых производств» предназначена для подготовки к вступительному испытанию по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры - 15.04.02 Технологические машины и оборудование *профиль «Машины и аппараты пищевых производств»*.

Вступительное испытание «Процессы и аппараты пищевых производств» для поступающих по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры в ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА представляет собой экзамен, проводимый в устной форме.

Цель вступительного испытания - установить уровень освоения абитуриентом программ высшего образования-программам бакалавриата, определить теоретическую и практическую подготовленность поступающего к успешному освоению образовательной программы высшего образования - программы магистратуры ФГБОУ ВО Вологодской ГМХА.

Программа составлена на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования направления подготовки бакалавров 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Цель программы – дать представление абитуриенту об объеме и уровне необходимых знаний, которые он должны продемонстрировать на вступительном испытании.

Программа включает в себя краткое содержание дисциплины, перечень теоретических и практических вопросов, позволяющих оценить уровень подготовки поступающего необходимого для освоения программы магистратуры; список литературы, критерии оценки вступительных испытаний.

Вступительное испытание проводится в очном или дистанционном формате. Допускается проведение вступительного испытания в дистанционном формате, при условии идентификации личности.

На подготовку и ответ поступающего отводится 60 минут.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Раздел I. Гидромеханические процессы

Тема 1.1. Отстаивание. Назначение и сущность процесса. Расчет скорости осаждения твердых частиц в гравитационном поле. Устройство и принцип действия отстойников. Обработка давлением

Тема 1.2. Разделение в поле центробежных сил.

Фактор разделения. Сепарирование. Назначение процесса. Устройство и принцип действия сепараторов – молокоочистителей и сливоотделителей. Расчет производительности сепаратора. Параметры, влияющие на этот процесс. Расчет мощности на сепарирование.

Тема 1.3. Фильтрация.

Назначение процесса. Дифференциальное уравнение скорости фильтрации. Расчет продолжительности фильтрации при постоянной скорости. Расчет продолжительности фильтрации при постоянном давлении. Устройство и принцип действия фильтров, применяемых в пищевой промышленности

Тема 1.4. Баромембранные процессы.

Обратный осмос, нанофильтрация и ультрафильтрация. Характеристика мембран, применяемых в пищевой промышленности. Устройство ультрафильтрационных установок. Факторы, влияющие на процесс разделения с помощью мембран (давление, температура, перемешивание)

Тема 1.5. Гидродинамика процесса псевдооживления («кипения»).

Физические основы процесса, применение в пищевой промышленности. Свободное витание и унос. Условия витания и уноса. Расчет скорости витания. Применение явления уноса в пищевой промышленности.

Тема 1.6. Механическое перемешивание жидкостей.

Применение процесса в пищевой промышленности. Расчет мощности на перемешивание. Виды мешалок и их характеристика.

## **Раздел II. Тепловые процессы**

Тема 2.1 Способы переноса тепла.

Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Конвекция. Механизм переноса тепла конвекции. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи. Механизм переноса тепла излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Определение среднего температурного напора. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Их сравнительная оценка. Характеристика основных теплоносителей. Схемы движения теплоносителей. Их сравнительная оценка.

Тема 2.2. Конденсация.

Теплоотдача при конденсации. Конденсаторы, их устройство и принцип действия.

Тема 2.3. Выпаривание.

Физическая сущность процесса. Выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, их устройство и принцип действия. Уравнения материального и теплового балансов при выпаривании. Полная и полезная разности температур. Их расчет. Температурные потери (депрессии), возникающие в выпарных аппаратах. Их определение. Многокорпусные выпарные установки. Принцип многократного использования пара. Выпаривание с применением термокомпрессии. Термоинжектор, устройство, принцип работы. Коэффициент инжекции.

## **Раздел III. Массообменные процессы**

Тема 3.1 Массоперенос.

Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Конвективная диффузия. Основное уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.

Тема 3.2. Кристаллизация.

Назначение процесса. Физические основы процесса. Уравнение материального и теплового балансов. Основные конструкции кристаллизаторов.

Тема 3.3. Сушка.

Назначение процесса. Уравнения материального и теплового балансов. Параметры влажного воздуха, их изображение на I-X диаграмме. Изображение процессов теоретической и реальной сушки на I-X диаграмме. Кинетика сушки. Построение кривых сушки и скорости сушки. Расчет расхода воздуха и тепла на сушку. Основные конструкции сушильных установок.

Тема 3.4. Перегонка и ректификация.

Назначение и физические основы процесса. Схема простой перегонки. Ректификация, материальный баланс. Схема ректификационной колонны.

Тема 3.5. Экстракция в системе жидкость-жидкость и жидкость - твердое тело.

Массопередача при экстракции. Конструкции экстракторов.

## **Раздел IV. Механические процессы**

Тема 4.1. Дробление (измельчение).

Назначение процесса. Работа, затрачиваемая на крупное и мелкое дробление. Конструкции и принцип действия основных типов измельчающих машин.

Тема 4.2. Сортировка (классификация)

Назначение процесса. Способы классификации. Конструкции и принцип действия устройств для механической классификации.

#### Тема 4.3. Обработка давлением

Отжатиe, формование и прессование. Назначение и общая характеристика процессов и аппаратов

### 3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

1. Дробление (измельчение). Назначение процесса. Работа, затрачиваемая на крупное и мелкое дробление.
2. Конструкции и принцип действия основных типов измельчающих машин.
3. Сортировка (классификация). Назначение процесса. Способы классификации.
4. Конструкции и принцип действия устройств для механической классификации.
5. Обработка давлением: Отжатиe, формование и прессование. Назначение и общая характеристика процессов и аппаратов.
6. Осаждение твердых частиц в гравитационном поле. Критерии гидромеханического подобия, характеризующие эти процессы. Расчет скорости осаждения твердых частиц в гравитационном поле.
7. Отстаивание. Отстойники. Их устройство и расчет.
8. Разделение в поле центробежных сил. Фактор разделения. Сепарирование. Назначение процесса.
9. Устройство и принцип действия сепараторов – молокоочистителей и сливкоотделителей.
10. Расчет производительности сепаратора. Параметры, влияющие на этот процесс. Расчет мощности на сепарирование.
11. Фильтрование. Назначение процесса. Дифференциальное уравнение скорости фильтрования. Расчет продолжительности фильтрования при постоянной скорости. Расчет продолжительности фильтрования при постоянном давлении.
12. Устройство и принцип действия фильтров, применяемых в пищевой промышленности
13. Баромембранные процессы: Обратный осмос, нанофильтрация и ультрафильтрация. Характеристика мембран, применяемых в пищевой промышленности.
14. Устройство ультрафильтрационных установок. Факторы, влияющие на процесс разделения с помощью мембран (давление, температура, перемешивание).
15. Гидродинамика процесса псевдооживления («кипения»). Физические основы процесса, применение в пищевой промышленности. Свободное витание и унос. Условия витания и уноса. Расчет скорости витания.
16. Механическое перемешивание. Применение процесса в пищевой промышленности.
17. Расчет мощности на перемешивание. Виды мешалок и их характеристика.
18. Способы переноса тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
19. Конвекция. Механизм переноса тепла конвекции.
20. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
21. Механизм переноса тепла излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением.
22. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Определение среднего температурного напора.
23. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Их сравнительная оценка. Характеристика основных теплоносителей. Схемы движения теплоносителей. Их сравнительная оценка.

24. Конденсация. Теплоотдача при конденсации. Конденсаторы, их устройство и принцип действия.
25. Выпаривание. Физическая сущность процесса.
26. Однокорпусные выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, их устройство и принцип действия.
27. Уравнения материального и теплового балансов при выпаривании. Полная и полезная разности температур. Их расчет. Температурные потери (депрессии), возникающие в выпарных аппаратах. Их определение.
28. Многокорпусные выпарные установки. Принцип многократного использования пара. Выпаривание с применением термокомпрессии. Термоинжектор, устройство, принцип работы. Коэффициент инъекции.
29. Механизм массопереноса. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Конвективная диффузия.
30. Основное уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
31. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
32. Кристаллизация. Назначение процесса. Физические основы процесса. Уравнение материального и теплового балансов.
33. Основные конструкции кристаллизаторов.
34. Сушка. Назначение процесса. Уравнения материального и теплового балансов. Параметры влажного воздуха, их изображение на I-X диаграмме.
35. Изображение процессов теоретической и реальной сушки на I-X диаграмме. Кинетика сушки. Построение кривых сушки и скорости сушки.
36. Расчет расхода воздуха и тепла на сушку.
37. Основные конструкции сушильных установок.
38. Перегонка и ректификация. Назначение и физические основы процесса. Схема простой перегонки.
39. Ректификация, материальный баланс. Схема ректификационной колонны.
40. Экстракция в системе жидкость-жидкость и жидкость - твердое тело. Массопередача при экстракции. Конструкции экстракторов

## 4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### 4.1. основная литература

1. Вобликова, Татьяна Владимировна. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Вобликова, С. Н. Шлыков, А. В. Пермяков. - 4-е изд., стереот. - Электрон. дан. - СПб. ; М. ; Краснодар: Лань [и др.], 2019. - 204 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/115658>
2. Жистин, Е. А. Процессы и аппараты пищевых производств. Сборник задач, методика решений, варианты заданий: учебное пособие / Е. А. Жистин, В. А. Авроров. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 168 с. - ISBN 978-5-9729-1027-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902212>
3. Сапожников, А. Н. Технология пищевых производств : учебное пособие / А. Н. Сапожников, А. А. Дриль, Т. Г. Мартынова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 208 с. - ISBN 978-5-7782-4121-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1870477>
4. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. М. Бородулин [и др.]. - 2-е изд., испр. . - Электрон. дан. -
5. СПб. [и др.] : Лань, 2019. - 292 с. - (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/112671>

6. Гнездилова, А. И. Процессы и аппараты пищевых производств : учебник и практикум для вузов / А. И. Гнездилова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 270 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06237-3. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491550>

#### **4.2 дополнительная литература**

1. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств: учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 451 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/16718. - ISBN 978-5-16-011480-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1910540>

2. Керженцев, В. А. Механическое оборудование пищевых производств : учебное пособие / В. А. Керженцев, В. Ю. Скиба, Т. Г. Мартынова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. - 84 с. - ISBN 978-5-7782-4338-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1866279>

3. Авроров, В. А. Инженерные расчеты деталей и узлов при проектировании технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / В. А. Авроров. - Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. - 308 с. - ISBN 978-5-9729-1053-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902208>

4. Гнездилова А. И. Конструктивный и прочностной расчет теплообменных аппаратов: учебно-метод. пособие по курсовому проектированию и выпускной квалификац. работе для студентов всех форм обучения по направлениям: 15.03.02 - Технол. машины и оборудование, 15.04.02 - Технол. машины и оборудование / А. И. Гнездилова, Ю. В. Виноградова ; М-во сельского хоз-ва Рос. Федерации, Вологодская ГМХА, Технол. фак., Каф. технол. оборуд. - Вологда ; Молочное : ВГМХА, 2019. - 84 с. - Библиогр.: с. 51

#### **4.3 интернет источники**

1. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 188 с. - ISBN 978-5-9729-0863-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904186>

2. Таранцева, К. Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: учебное пособие / К.Р. Таранцева, К.В. Таранцев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 412 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/4323. - ISBN 978-5-16-009258-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758021>

3. Шерстнев, Н. В. Обслуживание и ремонт судовых теплообменных аппаратов : учебное пособие / Н. В. Шерстнев. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 232 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015351-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026467>

4. Шерстнев, Н. В. Обслуживание и ремонт судовых теплообменных аппаратов : учебное пособие / Н. В. Шерстнев. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 232 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Специалитет). - ISBN 978-5-16-014895-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1083086>

## **5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания проводятся по экзаменационным билетам.

**Критерии оценки вступительных испытаний «Процессы и аппараты пищевых производств» по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры - 15.04.02 Технологические машины и оборудование**

**профиль «Машины и аппараты пищевых производств»**

Оценка	
<b>«Отлично»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубоко и прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему, в свете которого тесно увязывается теория с практикой;</li> <li>- не затрудняющемуся с ответом при видоизменении задания, свободно справляющемуся с дополнительными вопросами комиссии;</li> <li>- проявившему знакомство с монографической, научной, учебной и правовой литературой;</li> <li>- правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами решения практических ситуаций.</li> </ul>
<b>«Хорошо»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его;</li> <li>-правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми приемами их решения;</li> <li>- при ответе на вопросы допустившему несущественные неточности;</li> <li>- имевшему незначительные затруднения с ответом при видоизменении задания и при ответах на дополнительные вопросы комиссии.</li> </ul>
<b>«Удовлетворительно»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали,</li> <li>-допустившему неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала;</li> <li>- испытывавшему трудности при ответах на дополнительные вопросы комиссии.</li> </ul>
<b>«Неудовлетворительно»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- который не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допустившему существенные ошибки при ответах;</li> <li>- неуверенно, с большим затруднением ответившему на дополнительные вопросы комиссии, либо не давшему ответов.</li> </ul>

Оценка по 5-бальной системе, полученная поступающим на экзамене в магистратуру, переводится в оценку экзамена по 100-бальной шкале согласно установленной Академией системы приведения.

**Система приведения оценок вступительного испытания для обучения в магистратуре к 100-бальной шкале**

Оценка членов комиссии			Итоговая оценка	Баллы
Экзаменатор 1	Экзаменатор 2	Экзаменатор 3		
2	2	2	2	36
3	2	2	2	42
3	3	2	3	48
3	3	3	3	54
3	3	4	3	60

3	3	5	3	66
3	4	4	4	66
3	4	5	4	72
4	4	4	4	72
3	5	5	4	78
4	4	5	4	78
4	5	5	5	84
5	5	5	5	90