

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"25" 05. 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОИЗВОДСТВА**

Направление подготовки  
27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль)  
Управление качеством в производственно-технологических системах

Квалификация выпускника  
\_\_\_\_\_ бакалавр

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 15 Рыбоводство и рыболовство (в сфере разработки и сопровождения системы управления качеством в организациях по производству продукции из рыбы и морепродуктов);

- 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах химических и биотехнологических производств);

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере анализа и улучшения качества работы предприятий и организаций любой отраслевой принадлежности и организационной формы, совершенствования их систем управления качеством на основе принципов и подходов всеобщего управления качеством (TQM)).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- производственно-технологический;
- организационно-управленческий.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

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

| № п/п | Код компетенции | Формулировка компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-------|-----------------|--|--|
| 1     | ОПК-2           | Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) | ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения (показатели оценивания)  |
|--|--|
| ИДЗ <sub>ОПК-2</sub> - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин | Знает: технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры, влияющие на качество технологических процессов и продуктов в решении профессиональных задач |
|  | Умеет: формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов   |
|  | Владеет: навыками формулирования задач управления качеством технологических процессов и продуктов  |

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: Химия, Физика, Математика, Учебная практика, ознакомительная практика.

Дисциплина является предшествующей для изучения последующих дисциплин: «Методы и средства измерений и контроля», для учебной практики, ознакомительной практики, производственной практики, преддипломной практики, организационно-управленческой практики, научно-исследовательской работы, а также для подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

| Виды учебной работы   | Всего акад. часов | Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч |              |
|---|-------------------|--|--------------|
|   |                   | 4  | 5            |
| Общая трудоемкость дисциплины (модуля)  | <b>180</b>        | <b>108</b>                                     | <b>72</b>    |
| <b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>  | <b>67,85</b>      | <b>37</b>                                      | <b>30,85</b> |
| Лекции  | 33                | 18   | 15           |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | -                 | -  | -            |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 33                | 18   | 15           |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>  | -                 | -  | -            |
| Консультации текущие  | 1,65              | 0,9  | 0,75         |
| Виды аттестации (зачет, зачет)  | 0,2               | 0,1  | 0,1          |
| <b>Самостоятельная работа:</b>  | <b>112,15</b>     | <b>71</b>                                      | <b>41,15</b> |
| Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 30                | 15   | 15           |
| Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)         | 59,85             | 44,85  | 15           |
| Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)    | 22,3              | 11,15  | 11,15        |

#### 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, ак. ч |
|-----------|--|--|-----------------------------|
| 4 семестр |  |  |                             |
| 1.        | Введение   | Введение. Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности. Классификация основных технологических процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Меры по улучшению качества технологических процессов.  | <b>5</b>                    |
| 2.        | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | Жидкие технологические среды, как объект исследования. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры. Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред. Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.  | <b>52</b>                   |
| 3.        | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдооживления. Явление пневмотранспорта. Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах. Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы | <b>50</b>                   |

|           |                                   |  |       |
|-----------|-----------------------------------|--|-------|
|           |                                   | <p>устранения брака конечных продуктов процесса осаждения. Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения. Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.</p> <p>Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрации: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных продуктов процесса. Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.</p>   |       |
| 5 семестр |                                   |  |       |
| 4.        | Тепловые процессы и аппараты      | <p>Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена: дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты.</p> <p>Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.</p> <p>Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания. Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.</p> | 31    |
| 5.        | Массообменные процессы и аппараты | <p>Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Законы фазового распределения (равновесия). Направление протекания массообменных процессов. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия.</p> <p>Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.</p> <p>Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Фактор ускорения. Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов аб-</p>   | 40,15 |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>сорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов. Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия. Схема установок периодической и непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны. Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн.</p> <p>Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.</p> <p>Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок. Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка. Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки. Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения. Конструкции сушилок.</p> |  |
|--|---|--|

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины                                | Лекции, ак. ч | Лабораторные занятия, ак. ч | СРО, час     |
|------------------|--|---------------|-----------------------------|--------------|
| <b>4 семестр</b> |  |               |                             |              |
| 1.               | Введение   | <b>2</b>      |                             | <b>3</b>     |
| 2.               | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | <b>8</b>      | <b>10</b>                   | <b>34</b>    |
| 3.               | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | <b>8</b>      | <b>8</b>                    | <b>34</b>    |
|                  | Консультации текущие   |               | <b>0,9</b>                  |              |
|                  | Зачет  |               | <b>0,1</b>                  |              |
| <b>5 семестр</b> |  |               |                             |              |
| 4.               | Тепловые процессы и аппараты                                   | <b>7</b>      | <b>4</b>                    | <b>20</b>    |
| 5.               | Массообменные процессы и аппараты                              | <b>8</b>      | <b>11</b>                   | <b>21,15</b> |
|                  | Консультации текущие   |               | <b>0,75</b>                 |              |
|                  | Зачет  |               | <b>0,1</b>                  |              |

### 5.2.1 Лекции

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины | Тематика лекционных занятий  | Трудоемкость, ак. ч |
|------------------|---------------------------------|--|---------------------|
| <b>4 семестр</b> |                                 |  |                     |
| 1.               | Введение                        | Введение. Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производ- | 2                   |

|    |  |  |   |
|----|--|--|---|
|    |  | ства». Современные задачи пищевой и химической промышленности. Классификация основных технологических процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. Меры по улучшению качества технологических процессов.   |   |
| 2. | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | Жидкие технологические среды, как объект исследования. Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия. Уравнения энергии. Потери энергии. Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры. Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред. Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.  | 8 |
| 3. | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов. Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдооживления. Явление пневмотранспорта.<br>Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах. Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы устранения брака конечных продуктов процесса осаждения.<br>Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения. Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.<br>Фильтрование. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрования. Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрования: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных продуктов процесса. Перемешивание в | 8 |

|           |                                   |  |   |
|-----------|-----------------------------------|--|---|
|           |                                   | жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.  |   |
| 5 семестр |                                   |  |   |
| 4.        | Тепловые процессы и аппараты      | <p>Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена: дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты.</p> <p>Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Уравнение теплопередачи для плоской и цилиндрической стенок. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи при переменных температурах теплоносителей. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.</p> <p>Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки. Материальный и тепловой балансы. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания. Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.</p> | 7 |
| 5.        | Массообменные процессы и аппараты | <p>Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Законы фазового распределения (равновесия). Направление протекания массообменных процессов. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия.</p> <p>Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.</p>   | 8 |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | <p>Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента. Абсорбция, сопровождаемая химической реакцией. Фактор ускорения. Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов абсорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов.</p> <p>Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия. Схема установок периодической и непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны. Тепловой баланс ректификационной колонны. Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн.</p> <p>Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел. Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.</p> <p>Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок. Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка. Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки. Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие</p> |  |
|--|--|--|--|

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения. Конструкции сушилок. |  |
|--|--|--|--|

## 5.2.2 Практические занятия *не предусмотрены*

### 5.2.3 Лабораторный практикум

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины                                | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость, ак. ч |
|------------------|--|---|---------------------|
| <b>4 семестр</b> |  |   |                     |
| 1.               | Введение   |   |                     |
| 2.               | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде | 1                   |
|                  |  | Изучение режимов движения жидкости  | 1                   |
|                  |  | Материальный и энергетический балансы потока  | 4                   |
|                  |  | Испытание центробежного вентилятора   | 4                   |
| 3.               | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | Изучение гидродинамики взвешенного слоя   | 2                   |
|                  |  | Осаждение под действием силы тяжести  | 2                   |
|                  |  | Определение констант процесса фильтрации  | 4                   |
| <b>5 семестр</b> |  |   |                     |
| 4.               | Тепловые процессы и аппараты                                   | Исследование процесса теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»                           | 4                   |
| 5.               | Массообменные процессы и аппараты                              | Изучение 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, ак. ч |
|------------------|--|---|---------------------|
| <b>4 семестр</b> |  |   |                     |
| 1.               | Введение   | Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)                      | <b>3</b>            |
|                  |  | Тест (лекции, учебник)  | 2                   |
|                  |  |   | 1                   |
| 2.               | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) | <b>34</b>           |
|                  |  | Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)                       | 11                  |
|                  |  | Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)               | 11                  |
|                  |  |   | 12                  |
| 3.               | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) | <b>34</b>           |
|                  |  | Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)                       | 11                  |
|                  |  | Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)               | 11                  |
|                  |  |   | 12                  |
| <b>5 семестр</b> |  |   |                     |
| 4.               | Тепловые процессы и аппараты                                   | Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) | <b>20</b>           |
|                  |  | Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)                       | 7                   |
|                  |  | Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)               | 6                   |
|                  |  |   | 7                   |

|    |                                   |   |       |
|----|-----------------------------------|---|-------|
| 5. | Массообменные процессы и аппараты | Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) | 21,15 |
|    |                                   | Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)                       | 7     |
|    |                                   | Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)               | 7     |
|    |                                   |   | 7,15  |

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для студентов вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. - 640 с.: ил.
2. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] : учебник (гриф МО). - Стер. изд. - М. : Альянс, 2014. - 752 с.
3. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Электрон. дан. – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>
4. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие/Под научной ред. Профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>
2. Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Баранов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98234>.
3. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>.
4. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терёхина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : , 2018. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>
5. Лазинский, А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Текст]: справочник. - 4-е изд., стер. - М.: Альянс, 2013. - 752 с.

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

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>

Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практи-кум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, про-цессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017>

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.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2062>

#### **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.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.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.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>               |

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

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Microsoft Windows XP Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.; Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 г.;

КОМПАС 3DLT v12 (бесплатное ПО) <http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html>;

Adobe Reader XI (бесплатное ПО) <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>;

Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»; Microsoft Windows Server Standart 2008 Russian Academic OPEN 1 License No Level #45742802 от 29.07.2009 г. <http://eopen.microsoft.com>;

Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <http://eopen.microsoft.com>;

При освоении дисциплины используются информационные справочные системы:

- Сетевая локальная БД Справочная Правовая Система Консультант Плюс для 50 пользователей, ООО «Консультант-Эксперт» Договор № 200016222100052 от 19.11.2021 (срок действия с 01.01.2022 по 31.01.2023);

- БД «ПОЛПРЕД Справочники» <http://www.polpred.com>, неограниченный доступ, ООО «ПОЛПРЕД Справочники» Соглашение № 128 от 12.04.2017 (скан-копия);

- Электронная версия журнала «ЛИН-технологии: бережливое производство». <https://panor.ru/> ООО Издательский дом «ПАНОРАМА» Договор на электронную версию журнала № 751/782 от 30.11.2021.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. 111. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторные установки: абсорбция углекислого газа водой, гидродинамика зернистого слоя, осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде, осаждение твердых частиц в жидкой среде, кинетика конвективной сушки, гидродинамика колпачковой тарелки, определение констант процесса фильтрования, барабанный вакуум-фильтр, простая перегонка, теплообменник типа «труба в трубе», стенд колонных аппаратов.

Ауд. 115. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторные установки: изучение режимов движения жидкости, относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом сосуде, испытание вакуум-насоса, испытание центробежного вентилятора, испытание центробежно-вихревого насоса, нормальные испытание центробежного насоса, стенд Бернулли, учебно-наглядные пособия по тематическим разделам. Учебно-лабораторные комплексы: исследование гидродинамики жидкости, исследование параметров работы насосов.

Ауд. 117. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: 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.

Для самостоятельной работы обучающихся используется:

Ауд. 113. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Учебно-наглядные пособия по курсовому проектированию, компьютеры: Celeron 2.8 ГГц, Intel Celeron-120, Pent-5-200. Мониторы: Samttron 56e, LCD TFT Samsung, ASUS VW193D BK.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

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

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

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

**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 работ  | Всего акад. часов | Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч |             |
|---|-------------------|--|-------------|
|   |                   | 5  | 6           |
| Общая трудоемкость дисциплины   | <b>180</b>        | <b>72</b>                                      | <b>108</b>  |
| <b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>  | <b>29,9</b>       | <b>16,1</b>                                    | <b>13,8</b> |
| Лекции  | 14                | 8  | 6           |
| в том числе в форме практической подготовки   | -                 | -  | -           |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 12                | 6  | 6           |
| в том числе в форме практической подготовки   | -                 | -  | -           |
| Консультации текущие  | 2,1               | 1,2  | 0,9         |
| Рецензирование контрольных работ обучающихся - заочников                                      | 1,6               | 0,8  | 0,8         |
| Виды аттестации (зачет, зачет)  | 0,2               | 0,1  | 0,1         |
| <b>Самостоятельная работа:</b>  | <b>142,3</b>      | <b>88</b>                                      | <b>54,3</b> |
| Контрольные работы  | 18,4/2            | 9,2/1  | 9,2/1       |
| Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) | 14                | 8  | 6           |
| Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)         | 91,9              | 58,8   | 33,1        |
| Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)    | 18                | 12   | 6           |
| <b>Подготовка к зачету (контроль)</b>   | <b>7,8</b>        | <b>3,9</b>                                     | <b>3,9</b>  |

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Технологические процессы и производства**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

| № п/п | Код компетенции | Формулировка компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-------|-----------------|--|--|
| 1     | ОПК-2           | Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) | <i>ИДЗ<sub>ОПК-2</sub> - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</i> |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения (показатели оценивания)   |
|--|---|
| <i>ИДЗ<sub>ОПК-2</sub> - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</i> | Знает: <i>технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры, влияющие на качество технологических процессов и продуктов в решении профессиональных задач</i> |
|  | Умеет: <i>формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов</i>   |
|  | Владеет: <i>навыками формулирования задач управления качеством технологических процессов и продуктов</i>  |

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

| № п/п | Разделы дисциплины   | Индекс контролируемой компетенции (или ее части) | Оценочные материалы   |            | Технология/процедура оценивания (способ контроля) |
|-------|--|--|---|------------|---|
|       |  |  | наименование  | №№ заданий |   |
| 1     | Введение   | ОПК-2  | <i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>                             | 1          | Бланочное или компьютерное тестирование           |
|       |  |  | <i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>                         | 34-37      | Контроль преподавателем                           |
| 2     | Гидравлические процессы транспортирования технологических сред | ОПК-2  | <i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>                             | 2-5,20     | Бланочное или компьютерное тестирование           |
|       |  |  | <i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i> | 38-43      | Контроль преподавателем                           |
|       |  |  | <i>Кейс-задание</i>   | 26         | Контроль преподавателем                           |
| 3     | Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации    | ОПК-2  | <i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>                             | 6-12,21    | Бланочное или компьютерное тестирование           |
|       |  |  | <i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i> | 44-53      | Контроль преподавателем                           |

|   |                                   |       |   |             |   |
|---|-----------------------------------|-------|---|-------------|---|
|   |                                   |       | <i>Кейс-задание</i>   | 27-29       | Контроль преподавателем                 |
| 4 | Тепловые процессы и аппараты      | ОПК-2 | <i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>                             | 13-14,22    | Бланочное или компьютерное тестирование |
|   |                                   |       | <i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i> | 54-60       | Контроль преподавателем                 |
|   |                                   |       | <i>Кейс-задание</i>   | 30-31       | Контроль преподавателем                 |
| 5 | Массообменные процессы и аппараты | ОПК-2 | <i>Тест (Банк тестовых заданий)</i>                             | 15-19,23-25 | Бланочное или компьютерное тестирование |
|   |                                   |       | <i>Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)</i> | 61-74       | Контроль преподавателем                 |
|   |                                   |       | <i>Кейс-задание</i>   | 33-32       | Контроль преподавателем                 |

### 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

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

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

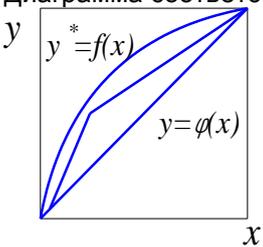
- 9 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 2 контрольных заданий на проверку навыков.

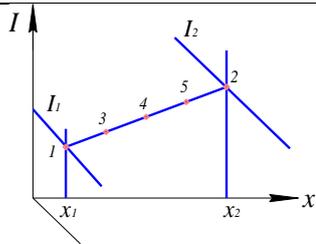
#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

##### 3.1.1 ОПК-2- Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

| № задания                                     | Тестовое задание  |
|---|---|
| <b>А (на выбор одного правильного ответа)</b> |   |
| 1   | Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как<br>1) среда, имеющая разрывы и пустоты<br>2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты<br>3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении<br>4) <b>континуум, непрерывная сплошная среда</b> |
| 2   | В открытом сосуде находится жидкость с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление $p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?<br>1) 1,5 м<br>2) 0,5 м<br>3) 15 м<br>4) <b>5 м</b>                          |
| 3   | Найти критическую скорость в прямой круглой трубе $d = 0,020 \text{ м}$ для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ .<br>1) 8,3 м/с  |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>2) <b>1,9 м/с</b><br/> 3) 3,3 м/с<br/> 4) 2,3 м/с</p>   |
| 4  | <p>Какой закон механики выражает уравнение Бернулли?<br/> 1) Закон сохранения количества движения<br/> 2) Второй закон Ньютона<br/> 3) <b>Закон сохранения энергии</b><br/> 4) Закон сохранения материи</p>  |
| 5  | <p>Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла <math>\rho = 900 \text{ кг/м}^3</math>. Чему равна мощность на валу насоса?<br/> 1) 30 кВт<br/> 2) <b>3 кВт</b><br/> 3) 1,77 кВт<br/> 4) 1,24 кВт</p>  |
| 6  | <p>Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле:</p> <p>а) <math>\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho w^2}{2}</math> ;<br/> б) <math>\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}</math> ;<br/> в) <math>\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}</math> ;<br/> г) <math>\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}</math> .</p>   |
| 7  | <p>Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является<br/> а) высота отстойника;<br/> б) длина отстойника;<br/> в) <b>площадь поверхности отстойника в плане;</b><br/> г) верный ответ не указан.</p>   |
| 8  | <p>Уравнение для гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя, где <math>l</math> – высота зернистого слоя;<br/> <math>d_s</math> – эквивалентный диаметр каналов;<br/> <math>w</math> – скорость;<br/> <math>\lambda</math> – коэффициент сопротивления;<br/> <math>\rho</math> – плотность.</p> <p>а) <math>\frac{133}{\text{Re}} + 2,3</math> ;<br/> б) <math>\lambda \frac{l}{d_s} \frac{\rho w^2}{2}</math> ;<br/> в) <math>\lambda \frac{\rho w^2}{2}</math> ;<br/> г) <math>\lambda \frac{l}{d_s} \frac{\rho w}{2}</math> .</p>   |
| 9  | <p>Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если <math>\Delta P</math> – разность давлений,<br/> <math>R_{oc}</math>, <math>R_{\phi}</math> – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки,<br/> <math>V</math> – объем фильтрата,<br/> <math>S</math> – площадь поверхности фильтрования,<br/> <math>t</math> – продолжительность фильтрования.</p> <p>а) <math>\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}</math> ;      б) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}</math> ;<br/> в) <math>\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math> ;      г) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math> .</p> |
| 10 | <p>Критерий Рейнольдса для процессов перемешивания равен:</p>  |

|    |   |
|----|---|
|    | а) $K_N \rho n^3 d^5$ ; б) $\frac{\rho n d^2}{\mu}$ ; в) $\frac{\Delta p}{\rho (nd)^2}$ ; г) $\frac{nd}{g}$ .   |
| 11 | Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле:<br>1) $\frac{\rho n d^2}{\mu}$ ; 2) $K_N \cdot \rho n^3 d^5$ ; 3) $\frac{K_N \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}$ .   |
| 12 | Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок, обеспечивающим заданное качество фильтрата по чистоте, является<br>а) площадь;<br>б) толщина;<br>в) <b>задерживающая способность</b> ;<br>г) внешний вид   |
| 13 | Накипь на стенках теплообменного аппарата необходимо удалять, так как<br>а) <b>отложение осадка на трубах уменьшает коэффициент теплопередачи</b> ;<br>б) накипь уменьшает сечение труб и увеличивает гидродинамическое сопротивление движению раствора;<br>в) отложение осадка снижает коэффициент теплоотдачи;<br>г) отложение осадка не влияет на теплопередачу. |
| 14 | Каким образом наличие в паре небольших примесей воздуха и неконденсирующихся газов влияет на качество процесса теплообмена?<br>а) повышает коэффициент теплоотдачи;<br>б) не влияет на коэффициент теплоотдачи;<br>в) <b>резко снижает коэффициент теплоотдачи</b> ;<br>г) увеличивает $\Delta t = t_{нас} - t_{см}$ .  |
| 15 | Укажите правильную запись числа единиц переноса массы при абсорбции<br>а) $K_y F \Delta Y_{cp}$ ;<br>б) $\frac{\Delta y_{\delta} - \Delta y_m}{2,3 lg \frac{\Delta y_{\delta}}{\Delta y_m}}$ ;<br>в) $\frac{y_n - y_k}{\Delta y_{cp}}$ ;<br>г) $G(y_n - y_k)$ .   |
| 16 | Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу<br>а) кубового остатка;<br>б) исходной смеси;<br>в) <b>дистиллята</b> .  |
| 17 | Диаграмма соответствует процессу<br><br>а) абсорбция;<br>б) <b>ректификация</b> ;<br>в) перегонка  |
| 18 | Смешивается $G_1$ кг воздуха с параметрам $l_1, x_1$ и $G_2$ кг воздуха с параметрами $l_2, x_2$ . Отношение $G_1/G_2 = 3$ . Укажите номер точки смеси на $l-x$ диаграмме   |



- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;**
- г) 4;
- д) 5.

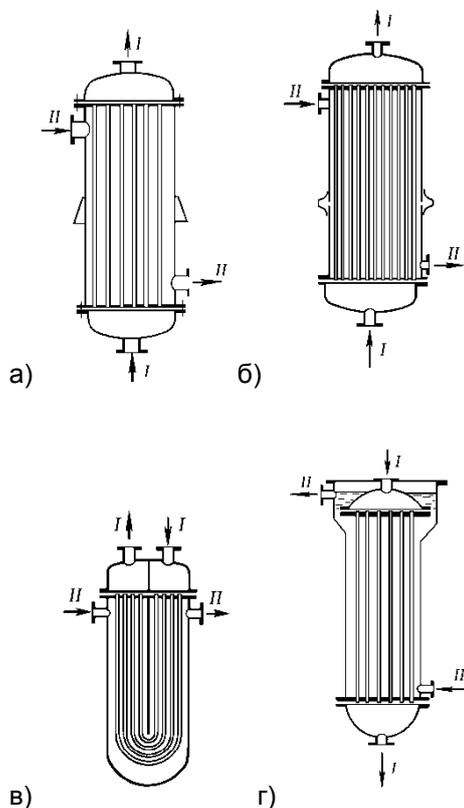
19 Если парциальное давление пара над поверхностью материала превышает его парциальное давление в газе, то:  
 а) будет равновесие;  
 б) **идет сушка;**  
 в) идет увлажнение;  
 г) идет сорбция

**Б (на выбор нескольких правильных)**

20 Насос для работы на сеть подбирают по  
 1) **заданной подаче;**  
 2) **требуемому напору;**  
 3) полезной мощности;  
 4) максимальному КПД.

21 При переходе зернистого слоя в псевдооживженное состояние увеличивается  
 а) **порозность;**  
 б) **высота слоя;**  
 в) гидравлическое сопротивление

22 Для предотвращения выхода из строя кожухотрубчатых теплообменников при большой разнице между температурами трубок и кожуха необходима компенсация температурных удлинений. Выберите из предложенных конструкции, в которых они предусмотрены.



Ответ: б, в, г

|    |  |
|----|--|
| 23 | Для обеспечения качества процесса массообмена в тарельчатых колоннах наиболее целесообразно эксплуатировать их в следующем гидродинамическом режиме:<br>а) пузырьковом;<br>б) пленочном;<br>в) подвисяния;<br><b>г) пенном;</b><br>д) струйном;<br>е) эмульгирования |
| 24 | Для обеспечения качества процесса массообмена в насадочных колоннах наиболее целесообразно эксплуатировать их в следующем гидродинамическом режиме:<br>а) пузырьковом;<br>б) пленочном;<br>в) подвисяния;<br>г) пенном;<br>д) струйном;<br><b>е) эмульгирования</b>  |
| 25 | Какие сушилки целесообразнее использовать для обеспечения качества процесса сушки сыпучих материалов?<br>Для сушки материалов используют сушилки:<br>1) <b>барабанные;</b><br>2) вальцовые;<br>3) <b>ленточные;</b><br>4) с кипящим слоем;                           |

### 3.2 Кейс – задания

#### 3.2.1 ОПК-2- Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)

**Задание:** Дать развернутые ответы на следующие ситуационные задания

| Номер вопроса | Текст задания  |
|---------------|--|
| 26            | <b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Центробежный насос подает сырье в количестве 20 м <sup>3</sup> /ч, создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ .<br><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса   |
|               | <b>Ответ:</b> Производительность насоса – количество жидкости, подаваемое насосом в напорные трубопровод в единицу времени. Для увеличения производительности насоса можно:<br>1. Увеличить число оборотов рабочего колеса насоса, исходя из законов пропорциональности $Q_1/Q_2 = n_1/n_2$ .<br>2. Снизить гидравлическое сопротивление в напорном трубопроводе. Для этого открыть полностью задвижку на напорном трубопроводе, увеличить диаметр напорного трубопровода, однако диаметр напорного трубопровода должен быть меньше диаметра всасывающего трубопровода.<br>3. Подключить два насоса параллельно. |
| 27            | <b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников.<br><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников  |
|               | <b>Ответ:</b> Производительность отстойника зависит от скорости осаждения и площади отстойника. Для увеличения производительности отстойника можно:<br>1. Увеличить размер осаждаемых частиц, добавляя растворы ПАВ. Чем крупнее частицы, тем больше их скорость осаждения.<br>2. Перед отстойником суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды. Скорость осаждения обратно пропорциональна вязкости.<br>3. Для увеличения поверхности осаждения установить многоярусные отстойники.  |
| 28            | <b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления).<br><b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров   |
|               | <b>Ответ:</b> Повысить производительность фильтра можно, увеличив поверхность фильтрования и   |

|    |  |
|----|--|
|    | <p>скорость фильтрования.<br/>Для увеличения скорости фильтрования надо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить движущую силу процесса (<math>\Delta P</math> – перепад давлений на фильтровальной перегородке) либо повышая избыточное давление над фильтровальной перегородкой, либо создавая вакуум под ней.</li> <li>2. Перед фильтром суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды.</li> <li>3. Осадок необходимо удалять с фильтровальной перегородки для снижения сопротивления.</li> <li>4. Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением.</li> </ol>  |
| 29 | <p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе. Процесс перемешивания сахарного раствора имеет низкую интенсивность.<br/><b>Задание:</b> Предложить мероприятия по интенсификации процесса перемешивания сахаросодержащих растворов.</p>  |
|    | <p><b>Ответ:</b> Повысить интенсивность механического перемешивания сахаросодержащих растворов возможно следующими способами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить вязкость перемешиваемого раствора, тем самым уменьшить сопротивление среды вращению мешалки. С этой целью используют аппараты с тепловой рубашкой.</li> <li>2. Увеличить скорость вращения мешалки. Для предотвращения образования воронки вокруг вала в аппарат помещают отражательные перегородки, которые, кроме того, способствуют возникновению дополнительных вихрей и увеличению турбулентности.</li> <li>3. С целью увеличения турбулентности среды при перемешивании используют многорядные мешалки (лопастные, турбинные).</li> <li>4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.</li> </ol> |
| 30 | <p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопресованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С.<br/><b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.</p>   |
|    | <p><b>Ответ:</b> Жомопрессовая вода не нагревается до заданной температуры в кожухотрубчатом теплообменнике по следующим причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхность теплообмена загрязнена. Необходимо очистить поверхность от загрязнений и снизить термическое сопротивление стенки.</li> <li>2. Низкая скорость движения воды в трубках. Следует увеличить расход воды или установить перегородки в крышке или днище теплообменника.</li> <li>3. Низкое давление и температура пара в межтрубном пространстве теплообменника. Для увеличения коэффициента теплоотдачи в межтрубном пространстве повысить давление пара и удалить неконденсирующиеся газы (воздух).</li> </ol>  |
| 31 | <p><b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры <math>t_1' = 20</math> °С до <math>t_2' = 210</math> °С горячими газами, которые охлаждаются от температуры <math>t_1 = 410</math> °С до температуры <math>t_2 = 250</math> °С.<br/><b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p>   |
|    | <p><b>Ответ:</b> Средний температурный напор между газом и воздухом при прямотоке</p> <div style="text-align: center;"> </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 410 - 20 = 390^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{\bar{m}} = 250 - 210 = 40^{\circ}\text{C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}} = \frac{390}{40} = 9,75 > 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\bar{m}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7^{\circ}\text{C}$ <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <div style="text-align: center;"> </div>  |

|    |  |
|----|--|
|    | <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">210°C    воздух    20°C</p> </div> $\Delta t_{\sigma} = 250 - 20 = 230^{\circ}\text{C}$ $\Delta t_{\mu} = 410 - 210 = 200^{\circ}\text{C}$ $\frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{\mu}} = \frac{230}{200} = 1,15 < 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\sigma} + \Delta t_{\mu}}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215^{\circ}\text{C}$ <p>Т.к. <math>\Delta t_{cp}</math> при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.</p>  |
| 32 | <p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс.</p> <p><b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.</p> <p><b>Ответ:</b> Для интенсификации процесса абсорбции аммиака водой возможно провести следующие мероприятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить температуру воды.</li> <li>2. Повысить парциальное давление аммиака в газовой смеси.</li> <li>3. обеспечить наиболее эффективный гидродинамический режим работы абсорбера для создания развитой поверхности контакта фаз между водой и аммиаком (зависит от скорости газа в аппарате).</li> </ol>  |
| 33 | <p><b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку.</p> <p><b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.</p> <p><b>Ответ:</b> Для высушивания зерновых материалов возможно использование барабанных сушилок и сушилок с кипящим (псевдооживленным) слоем.</p> <p>Достоинства указанных сушилок:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интенсивная и равномерная сушка вследствие развитой поверхности контакта материала и сушильного агента (воздуха).</li> <li>2. Большое напряжение по влаге.</li> <li>3. Компактность установки.</li> <li>4. В сушилках с кипящим слоем возможна сушка при высоких температурах вследствие кратковременности контакта.</li> <li>5. Высокая степень использования тепла сушильного агента.</li> </ol> <p>Недостатки таких сушилок:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Истирание и значительный унос мелких частиц.</li> <li>2. Высокое гидравлическое сопротивление в сушилках с кипящим слоем.</li> <li>3. Сушилки с кипящим слоем непригодны для сушки материала с большим размером частиц.</li> </ol> |

### 3.3 Собеседование (вопросы к зачетам, защите лабораторных работ)

#### 3.3.1 ОПК-2- Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

| Номер вопроса | Текст вопроса   |
|---------------|---|
| 34            | Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности.   |
| 35            | Классификация основных технологических процессов.   |
| 36            | Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу. |

|    |   |
|----|---|
| 37 | Меры по улучшению качества технологических процессов.   |
| 38 | Жидкие технологические среды, как объект исследования.  |
| 39 | Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия.  |
| 40 | Уравнения энергии. Потери энергии.  |
| 41 | Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры.   |
| 42 | Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред.   |
| 43 | Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.  |
| 44 | Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов.   |
| 45 | Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса.   |
| 46 | Гидродинамика псевдооживленного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдооживления.  |
| 47 | Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах.  |
| 48 | Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы устранения брака конечных продуктов процесса осаждения.  |
| 49 | Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения.  |
| 50 | Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.   |
| 51 | Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации.  |
| 52 | Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрации: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных продуктов процесса.  |
| 53 | Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.   |
| 54 | Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена.  |
| 55 | Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.   |
| 56 | Схемы движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи.  |
| 57 | Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.  |
| 58 | Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.  |
| 59 | Материальный и тепловой балансы выпаривания. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания.   |
| 60 | Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.  |
| 61 | Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия. |
| 62 | Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.  |
| 63 | Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.  |
| 64 | Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов абсорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов.                             |
| 65 | Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия.  |

|    |  |
|----|--|
| 66 | Схема установки непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.                                |
| 67 | Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн. |
| 68 | Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел.   |
| 69 | Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.  |
| 70 | Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения.                  |
| 71 | Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок.   |
| 72 | Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка.   |
| 73 | Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки.              |
| 74 | Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения.                      |

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

| Результаты обучения по этапам формирования компетенций   | Предмет оценки (продукт или процесс)       | Показатель оценивания  | Критерии оценивания сформированности компетенций  | Шкала оценивания               |                               |
|--|--|--|---|--------------------------------|-------------------------------|
|  |  |  |   | Академическая оценка или баллы | Уровень освоения компетенции  |
| <b>ОПК-2- Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)</b>                   |  |  |   |                                |                               |
| <b>Знать технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры, влияющие на качество технологических процессов и продуктов в решении профессиональных задач</b> | Тест                                       | Результат тестирования   | 60% и более правильных ответов  | Зачтено                        | Освоена (базовый, повышенный) |
|  |  |  | менее 60% правильных ответов  | Не зачтено                     | Не освоена (недостаточный)    |
|  | Собеседование (зачет)                      | Знание технологических процессов, современного технологического оборудования и параметров, влияющих на качество технологических процессов и продуктов в решении профессиональных задач | обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки   | Зачтено                        | Освоена (базовый, повышенный) |
|  |  |  | обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок  | Не зачтено                     | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>Уметь формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов</b>   | Собеседование (защита лабораторной работы) | Умение формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов   | обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы | Зачтено                        | Освоена (базовый, повышенный) |
|  |  |  | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу  | Не зачтено                     | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>Владеть навыками формулирования задач управления</b>  | Кейс-задание                               | Содержание решения   | обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из   | зачтено                        | Освоена (повышенный)          |

|  |  |  |   |            |                            |
|--|--|--|---|------------|----------------------------|
| <i>качеством технологических процессов и продуктов</i> |  |  | сложившейся ситуации  |            |                            |
|  |  |  | обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации | зачтено    | Освоена (повышенный)       |
|  |  |  | обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения         | зачтено    | Освоена (базовый)          |
|  |  |  | обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения             | не зачтено | Не освоена (недостаточный) |