

**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 " мая . 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОИЗВОДСТВА**

Направление подготовки

27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль)

Стандартизация и контроль качества

Квалификация выпускника

Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

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

- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере получения и применения измерительной информации, технического регулирования и стандартизации).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- производственно-технологический;
- организационно-управленческий;
- научно-исследовательский.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология.

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 _{ОПК-2} - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
2	ПКв-4	Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов	ИД1 _{ПКв-4} – Осуществляет выбор программы и методики аттестации испытательного оборудования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ _{ОПК-2} - 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
ИД1 _{ПКв-4} – Осуществляет выбор программы и методики аттестации испытательного оборудования	Знает: технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования
	Умеет: формулировать задачи метрологии технологических процессов для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования
	Владеет: навыками формулирования задач стандартизации технологических процессов

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)	180	108	72
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	67,85	37	30,85
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>	33	18	15
Консультации текущие	1,65	0,9	0,75
Виды аттестации (зачет, зачет)	0,2	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	112,15	71	41,15
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.	5
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.	52

3.	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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>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 жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.</p>	50
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 коэффи-</p>	40,15

		<p>циента 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 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 - х. 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
4 семестр				
1.	Введение	2		3
2.	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	8	10	34
3.	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	8	8	34
	Консультации текущие		0,9	
	Зачет		0,1	
5 семестр				
4.	Тепловые процессы и аппараты	7	4	20
5.	Массообменные процессы и аппараты	8	11	21,15

	Консультации текущие	0,75
	Зачет	0,1

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, 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.	2
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. 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. 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. Фильтрация. Физическая сущность	8

		<p>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 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>	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</p>	8

		<p>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 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 конвек-</p>	
--	--	---	--

		тивной 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.	
--	--	---	--

5.2.2 Практические занятия *не предусмотрены*

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
4 семестр			
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
5 семестр			
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
4 семестр			
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	3
		Тест (лекции, учебник)	2
			1
2.	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы)	34
		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)	34
		Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	11
			11

		Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	12
5 семестр			
4.	Тепловые процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	20 7 6 7
5.	Массообменные процессы и аппараты	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	21,15 7 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 па: <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 па: <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 па: <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. Лашинский, 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 па: <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 па: <http://biblos.vsu.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	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ	https://education.vsu.ru/

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 3DLTv12 (бесплатное ПО) <http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html>;

AdobeReaderXI (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 стро». <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 входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) в виде приложения.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
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	180	72	108
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	29,9	16,1	13,8
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
Самостоятельная работа:	142,3	88	54,3
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
Подготовка к зачету (контроль)	7,8	3,9	3,9

**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)	ИДЗ _{ОПК-2} - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
2	ПКв-4	Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов	ИД1 _{ПКв-4} – Осуществляет выбор программы и методики аттестации испытательного оборудования

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ _{ОПК-2} - 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
ИД1 _{ПКв-4} – Осуществляет выбор программы и методики аттестации испытательного оборудования	Знает: технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования
	Умеет: формулировать задачи метрологии технологических процессов для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования
	Владеет: навыками формулирования задач стандартизации технологических процессов

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 ПКв-4	<i>Банк тестовых заданий</i>	21-23	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	53	
2	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	ОПК-2 ПКв-4	<i>Банк тестовых заданий</i>	1-5,18,24-26,34	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем Защита лабораторных работ Контроль преподавателем
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	54-55,78-79	
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	39-42,65-69	
			<i>Кейс-задание</i>	95	
3	Гидромеханические процессы и оборудование для их	ОПК-2 ПКв-4	<i>Банк тестовых заданий</i>	6-10,19,27-29,35	Бланочное или компьютерное тестирование Контроль преподавателем Защита лабораторных работ
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	56-58,80-83	
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных ра-</i>	43-44,70-72	

	реализации		бот)		
4	Тепловые процессы и аппараты	ОПК-2 ПКв-4	Кейс-задание	89-90,96-97	Контроль преподавателем
			Банк тестовых заданий	11-13,30-31,36	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	59-60,84-85	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	45-46,73	Защита лабораторных работ
5	Массообменные процессы и аппараты	ОПК-2 ПКв-4	Кейс-задание	91-93	Контроль преподавателем
			Банк тестовых заданий	14-17,20,32-33,37-38	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	61-64,86-88	Контроль преподавателем
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	47-52,74-77	Защита лабораторных работ
			Кейс-задание	94,98-100	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

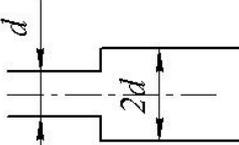
Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

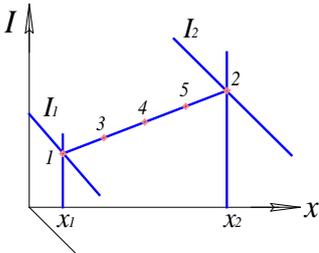
- 8 контрольных заданий на проверку знаний;
- 8 контрольных заданий на проверку умений;
- 4 контрольных заданий на проверку навыков.

3.1 Тесты (тестовые задания)

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

№ задания	Тестовое задание
А (на выбор одного правильного ответа)	
1	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? 1,5 м 0,5 м 15 м 5 м
2	В узкой части трубы $Re = 2300$, в широкой части на достаточном расстоянии от расширения  Re = 1150 Re = 4600 Re = 2300 Ответ зависит от величины расхода и вязкости
3	Удельная потенциальная энергия в уравнении Бернулли для несжимаемой жидкости выражается членами а) z ; б) $\frac{p}{\rho g}$; в) $\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$; г) $z + \frac{p}{\rho g}$.
4	Как изменится потеря напора на трение при ламинарном режиме движения жидкости в трубе, если диаметр трубы уменьшить в 2 раза? (Расход остается постоянным)

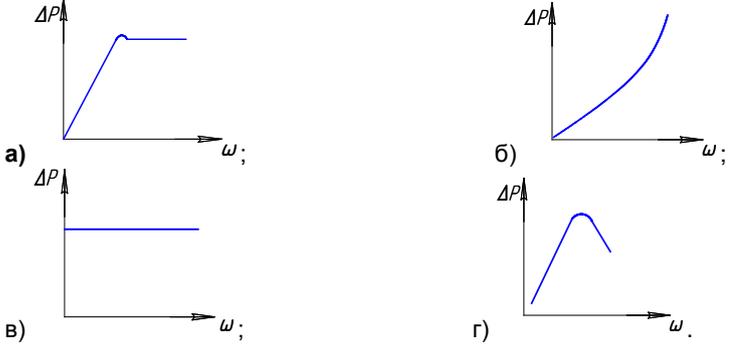
	<p>Увеличится в 8 раз Увеличится в 2 раза Уменьшится в 2 раза Увеличится в 16 раз</p>
5	<p>Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$. Чему равна мощность на валу насоса? 30 кВт 3 кВт 1,77 кВт 1,24 кВт</p>
6	<p>Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле:</p> <p>а) $\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho w^2}{2}$;</p> <p>б) $\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}$;</p> <p>в) $\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}$;</p> <p>г) $\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}$.</p>
7	<p>Уравнение для гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя, где l – высота зернистого слоя; d_s – эквивалентный диаметр каналов; w – скорость; λ – коэффициент сопротивления; ρ – плотность.</p> <p>а) $\frac{133}{\text{Re}} + 2,3$;</p> <p>б) $\lambda \frac{l}{d_s} \frac{\rho w^2}{2}$;</p> <p>в) $\lambda \frac{\rho w^2}{2}$;</p> <p>г) $\lambda \frac{l}{d_s} \frac{\rho w}{2}$.</p>
8	<p>Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если ΔP – разность давлений, R_{oc}, R_{ϕ} – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки, V – объем фильтрата, S – площадь поверхности фильтрования, τ – продолжительности фильтрования.</p> <p>а) $\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}$; б) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}$;</p> <p>$\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$; г) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$.</p> <p>в) $\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$; г) $\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}$.</p>
9	<p>Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле:</p> <p>1) $\frac{\rho n d^2}{\mu}$; 2) $K_N \cdot \rho n^3 d^5$; 3) $\frac{K_N \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}$.</p>
10	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь; б) толщина; в) задерживающая способность; г) внешний вид</p>
11	<p>Уравнение теплопроводности плоской стенки при установившемся процессе теплообмена</p> <p>а) $Q = kF\Delta t_{cp}$;</p> <p>б) $Q = \frac{\lambda}{\delta} F(t_{cm_1} - t_{cm_2})$;</p> <p>в) $Q = \alpha_1 F(t_1 - t_{cm_1})$;</p>

	г) $Q = \alpha_2 F (t_{cm_2} - t_2)$.
12	Тепловой баланс аппарата при обогреве насыщенным паром без охлаждения конденсата: а) $Dr = G_2 c_2 (t_{2K} - t_{2H})$; $Dc(t_n - t_{нас}) + Dr +$ б) $+ Dc(t_{нас} - t_{конд}) = G_2 c_2 (t_{2K} - t_{2H})$; в) $G_1 c_1 (t_{1H} - t_{1K}) = G_2 c_2 (t_{2K} - t_{2H})$; г) $Dr + Dc(t_{нас} - t_{конд}) = G_2 c_2 (t_{2K} - t_{2H})$.
13	Основной фактор, определяющий интенсивность выпаривания и производительность выпарного аппарата, – это разность температур а) греющего и вторичного пара; б) греющего пара и стенки кипятильной трубки; в) греющего пара и кипящего раствора
14	Укажите правильную запись числа единиц переноса массы при абсорбции а) $K_y F \Delta Y_{cp}$; б) $\frac{\Delta y_0 - \Delta y_M}{2,3 \lg \frac{\Delta y_0}{\Delta y_M}}$; в) $\frac{y_H - y_K}{\Delta y_{cp}}$; г) $G(y_H - y_K)$.
15	Что является движущей силой процесса абсорбции? а) Разность между равновесными концентрациями распределяемого вещества в контактирующих фазах. б) Разность между концентрациями в ядре потока и на границе раздела фаз. в) Разность между рабочей и равновесной концентрациями в одной из контактирующих фаз. г) Разность между рабочими концентрациями распределяемого вещества в контактирующих фазах
16	Смешивается G_1 кг воздуха с параметрами I_1, x_1 и G_2 кг воздуха с параметрами I_2, x_2 . Отношение $G_1/G_2 = 3$. Укажите номер точки смеси на I - x диаграмме  а) 1; б) 2; в) 3 ; г) 4; д) 5.
17	Какие из перечисленных сорбентов являются наиболее распространенными в промышленности? а) активированные угли, силикагели, цеолиты, иониты б) кадмий, алюминий, железо в) активаторы
Б (на выбор нескольких правильных)	
18	Верные утверждения 1) мощностью насоса называется мощность на его валу ; 2) с увеличением подачи насоса мощность убывает; 3) с увеличением подачи напор насоса уменьшается
19	Отстаивание применяется главным образом для разделения: а) суспензий ; б) эмульсий ; в) растворов; г) пыли
20	На рисунке изображена схема массообмена между фазами G и L , включая 4 занумерованные зоны: по-

	<p>граничные слои и ядра потоков фаз. В каких зонах преимущественную роль играет конвективный перенос массы?</p> <p><i>Граница раздела фаз</i></p> <p>а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.</p>
--	---

3.1.2 ПКв-4 - Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов

№ задания	Тестовое задание
А (на выбор одного правильного ответа)	
21	<p>Текучестью жидкости называют</p> <p>а) свойство жидкостей, означающее способность перемещаться без влияния сдвигающих сил; б) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием самых малых сдвигающих усилий; в) общее свойство для всех жидкостей, означающее способность течь под влиянием изменения поверхностного натяжения; г) особое свойство для некоторых жидкостей, означающее способность течь под влиянием сдвигающих сил.</p>
22	<p>Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них</p> <p>а) вязкость не зависит от температуры и давления; б) справедлив закон внутреннего трения Ньютона; в) модуль упругости не изменяется с увеличением температуры; г) несправедлив закон внутреннего трения Ньютона.</p>
23	<p>Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как</p> <p>1) среда, имеющая разрывы и пустоты 2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении 4) континуум, непрерывная сплошная среда</p>
24	<p>Найти наименьшую скорость в прямой трубе $d = 0,020$ м для воды, при которой возможен развитый турбулентный режим: $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с, $\rho = 1000$ кг/м³</p> <p>0,14 м/с 0,2 м/с 0,5 м/с 50 м/с</p>
25	<p>По напорной трубе протекает жидкость в условиях турбулентного режима. Местные потери равны 27 м. Какую величину составят эти потери, если расход потока уменьшится в 3 раза при сохранении режима движения?</p> <p>9 м 3 м Не изменятся 1 м</p>
26	<p>Как изменится давление при уменьшении диаметра трубопровода?</p> <p>не изменится увеличится давление зависит только от изменения расхода уменьшится</p>

27	Увеличение концентрации суспензии при разделении осаждением приводит: а) к увеличению скорости осаждения; б) к уменьшению скорости осаждения; в) не изменяет значения скорости
28	В аппарате на решетке находится слой зернистого материала. Как изменится перепад давлений ΔP на слое, если скорость газа w через слой непрерывно увеличивать, начиная от $w=0$. 
29	Скорость фильтрования (при $\Delta P = \text{const}$) по мере увеличения объема фильтрата а) уменьшается; б) вначале увеличивается, а потом остается постоянной; в) увеличивается; г) не зависит от объема фильтрата
30	Наличие в паре небольших примесей воздуха и неконденсирующихся газов а) повышает коэффициент теплоотдачи; б) не влияет на коэффициент теплоотдачи; в) резко снижает коэффициент теплоотдачи; г) увеличивает $\Delta t = t_{\text{нас}} - t_{\text{ст}}$.
31	Основной фактор, определяющий интенсивность выпаривания и производительность выпарного аппарата, – это разность температур а) греющего и вторичного пара; б) греющего пара и стенки кипяточной трубки; в) греющего пара и кипящего раствора
32	Как меняется растворимость газа в жидкости, если повысить давление и снизить температуру? а) Увеличится. б) Уменьшится. в) Не изменится
33	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)	
34	В каких случаях напор центробежного насоса уменьшится При закрытии задвижки на напорной линии При увеличении числа оборотов При обрезке рабочего колеса При впуске воздуха во всасывающий патрубок насоса
35	При переходе зернистого слоя в псевдоожиженное состояние увеличивается а) порозность; б) высота слоя; в) гидравлическое сопротивление
36	Коэффициент теплопередачи в кожухотрубном теплообменнике можно увеличить: а) увеличением скорости движения жидкости; б) уменьшением толщины стенки; в) удалением накипи со стенок; г) уменьшением коэффициента теплопроводности стенки
37	Какие из перечисленных факторов способствуют интенсификации процесса абсорбции: а) увеличение температуры; б) уменьшение температуры; в) увеличение давления; г) уменьшение давления.
38	Какие сушилки наиболее целесообразны для сушки сыпучих материалов? Для сушки материалов используют сушилки: 1) барабанные; 2) вальцовые; 3) ленточные;

4) с кипящим слоем

3.2 Собеседование (вопросы к защите лабораторных работ, к зачету)

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

Номер вопроса	Текст вопроса
39	Относительное равновесие (покой) жидкости. Примеры такого равновесия, встречающиеся в природе и использующиеся в технике
40	Критическое значение числа Рейнольдса. Причины разрушения ламинарного течения
41	Определение коэффициента гидравлического трения
42	Выбор вентилятора, работающего на сеть. Характеристика сети. Рабочая точка
43	Определение скорости осаждения расчетным путем
44	Экспериментальное определение порозности осадка
45	Схемы движения теплоносителей. Определение среднего температурного напора
46	Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи
47	Расчет количества получаемого остатка путем графического интегрирования
48	Сопrotивление орошаемых тарелок
49	Гидродинамические режимы работы тарелок
50	Кривая сушки, ее построение
51	Построение кривой скорости сушки, сущность метода графического дифференцирования
52	Формы связи влаги с материалом. Характер удаления влаги из материала
	Вопросы к зачету
53	Предмет и задачи курса. Роль науки о процессах и аппаратах в разработке оптимальных условий проведения процессов и создания высокоэффективной промышленной аппаратуры
54	Уравнения энергии. Потери энергии.
55	Гидродинамика псевдооживленного слоя. Интенсивность и эффективность псевдооживления. Явление пневмотранспорта
56	Фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения. Коэффициент эффективности.
57	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса фильтрования. Способы интенсификации процесса. Способы устранения брака конечных продуктов процесса.
58	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании
59	Применение теории теплового подобия при моделировании тепловых процессов. Критериальное уравнение теплоотдачи.
60	Преимущества многократного выпаривания. Экономически целесообразное число корпусов выпарной установки. Способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.
61	Преобразование дифференциальных уравнений переноса массы методами теории подобия. Критериальное уравнение массоотдачи.
62	Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.
63	Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки.
64	Определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки.

3.2.2 ПКв-4 - Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов

Номер вопроса	Текст вопроса
65	Анализ результатов эксперимента и выводы по работе «Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде»
66	Ламинарный режим движения: расход жидкости в трубе круглого сечения
67	Энергетический смысл интеграла Бернулли
68	Принцип наложения потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений
69	Параметры работы вентилятора: полный напор, потребляемая мощность, КПД
70	Формула производительности отстойников.
71	Факторы, влияющие на скорость осаждения. Методы интенсификации процесса осаждения
72	Константы процесса фильтрования, их физический смысл и практическое значение
73	Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Методы увеличения коэффициента теплопередачи
74	Интенсификация процесса абсорбции
75	Отличительная особенность сушки от других способов обезвоживания
76	Характеристика двух периодов сушки, критическая влажность материала
77	Измерение концентрации НК в водно-спиртовых смесях.
	Вопросы к зачету

78	Измеряемые и контролируемые параметры процесса транспортирования жидких технологических сред
79	Способы интенсификации и повышения эффективности работы гидравлических машин.
80	Способы интенсификации и повышения эффективности работы отстойников. Измеряемые и контролируемые параметры процесса осаждения
81	Способы интенсификации и повышения эффективности работы центрифуг. Измеряемые и контролируемые параметры процесса центрифугирования
82	Способы интенсификации и повышения эффективности работы фильтров. Измеряемые и контролируемые параметры процесса фильтрования
83	Интенсивность и эффективность оборудования для перемешивания. Измеряемые и контролируемые параметры процесса перемешивания
84	Способы интенсификации и повышения эффективности процесса теплопередачи в теплообменниках. Измеряемые и контролируемые параметры процесса теплопередачи
85	Способы интенсификации и повышения эффективности работы выпарных аппаратов. Измеряемые и контролируемые параметры процесса выпаривания
86	Способы интенсификации и повышения эффективности работы абсорберов. Измеряемые и контролируемые параметры процесса абсорбции
87	Способы интенсификации и повышения эффективности работы адсорберов. Измеряемые и контролируемые параметры процесса адсорбции
88	Способы интенсификации и повышения эффективности работы сушилок. Измеряемые и контролируемые параметры процесса сушки

3.3 Кейс - задания

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

Номер вопроса	Текст задания
89	<p>Ситуация. Вы работаете метрологом на очистных сооружениях. При отборе проб выяснилось, что осветленная жидкость имеет не надлежащее качество.</p> <p>Задание. Объясните причины и предложите мероприятия по улучшению качества осветленной жидкости</p>
	<p>Снижение качества осветленной жидкости может быть связано:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) недостаточная продолжительность пребывания разделяемой суспензии в аппарате, обеспечивающая осаждение частиц; 2) линейная скорость потока должна быть меньше скорости осаждения, чтобы не происходило взмучивания и уноса осаждающихся частиц. <p>Мероприятия по улучшению качества осветленного сока:</p> <p>уменьшить вязкость дисперсионной фазы (жидкости) - с этой целью суспензия нагревается;</p> <p>увеличить размер осаждающихся частиц - в этом случае в суспензию добавляют раствор ПАВ (поверхностно активные вещества);</p> <p>уменьшить частоту вращения мешалки, которая перемещает сгущенную суспензию к разгрузочному люку;</p> <p>4) продолжительность отстаивания можно сократить, если использовать многоярусные отстойники.</p>
90	<p>Ситуация. Вы работаете на станции фильтрования. При отборе проб выяснилось, что не обеспечивается заданная чистота фильтрата.</p> <p>Задание. Объясните причины брака, предложите мероприятия по улучшению качества фильтрата</p>
	<p>Снижение качества фильтрата может быть связано:</p> <p>с механическим повреждением фильтрующих элементов в аппарате;</p> <p>ухудшение качества фильтруемой суспензии, полученной на предыдущих стадиях технологического процесса (суспензия может содержать большое количество коллоидных веществ);</p> <p>повышение гидравлического сопротивления осадка;</p> <p>фильтрующая перегородка не обеспечивает полноту фильтрации.</p> <p>Мероприятия по улучшению качества фильтрата:</p> <p>необходимо промыть фильтр; удалить образовавшийся осадок на фильтровальной перегородке;</p> <p>провести регенерацию фильтровальной перегородки или заменить новой для снижения её гидравлического сопротивления;</p> <p>в качестве вспомогательного фильтрующего вещества использовать кизельгур, перлит, диатомит и др.; эти вещества добавляют в суспензию или намывают в виде небольшого слоя на поверхность фильтра, что облегчает отделение тонкодисперсных частиц.</p>
91	<p>Ситуация. В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры $t_1' = 20^\circ\text{C}$ до $t_2' = 210^\circ\text{C}$ горячими газами, которые охлаждаются от температуры $t_1 = 410^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 250^\circ\text{C}$.</p> <p>Задание. Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p>
	<p>Ответ: Средний температурный напор между газом и воздухом при прямотоке</p> $\begin{array}{ccc} 410^\circ\text{C} & \text{газ} & 250^\circ\text{C} \\ \hline & \longrightarrow & \\ 20^\circ\text{C} & \text{воздух} & 210^\circ\text{C} \\ \hline & \longrightarrow & \end{array}$ <p>$\Delta t_o = 410 - 20 = 390^\circ\text{C}$</p>

	$\Delta t_m = 250 - 210 = 40^{\circ}C$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m} = \frac{390}{40} = 9,75 > 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7^{\circ}C$ <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccc} 410^{\circ}C & \text{газ} & 250^{\circ}C \\ \xrightarrow{\hspace{10em}} & & \\ 210^{\circ}C & \text{воздух} & 20^{\circ}C \\ \xleftarrow{\hspace{10em}} & & \end{array}$ </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 250 - 20 = 230^{\circ}C$ $\Delta t_m = 410 - 210 = 200^{\circ}C$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m} = \frac{230}{200} = 1,15 < 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_m}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215^{\circ}C$ <p>Т.к. Δt_{cp} при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.</p>
92	<p>Ситуация. 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.</p> <p>Задание: Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.</p>
	<p>Ответ: Жомопресованная вода не нагревается до заданной температуры в кожухотрубчатом теплообменнике по следующим причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поверхность теплообмена загрязнена. Необходимо очистить поверхность от загрязнений и снизить термическое сопротивление стенки. 2. Низкая скорость движения воды в трубках. Следует увеличить расход воды или установить перегородки в крышке или днище теплообменника. 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).
93	<p>Ситуация. Вы работаете начальником участка выпаривания завода по производству минудобрений. Необходимо провести инструктаж по технике безопасности для вновь пришедших операторов.</p> <p>Задание. Перечислите мероприятия по обеспечению безопасности при работе на выпарной установке.</p>
	<p>Мероприятия по обеспечению безопасности при работе на выпарной установке.</p> <p>Аппаратчик выпарной установки должен знать и соответственно выполнять:</p> <ul style="list-style-type: none"> Свои обязанности по ведению технологического процесса и обслуживанию оборудования выпаривания; Назначение и последовательность процесса многократного выпаривания, правила и способы его регулирования; Устройство, принципы работы основного и вспомогательного оборудования, КИП и средств автоматички; Ненормальности в работе, причины, их вызывающие, и меры предотвращения и устранения; Правила пользования спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты; Требования к организации и санитарному содержанию рабочего места; Причины несчастных случаев при обслуживании выпарных аппаратов и меры по их устранению; Приемы оказания первой помощи при ожогах и другом травмировании.
94	<p>Ситуация. В овощесушильном цехе, где Вы работаете, начальником цеха, сушат абрикосы. Абрикосы поступают в цех с влажностью 75 % и высушиваются до 17 % за 950 с.</p> <p>Задание: Определить какая скорость сушки абрикосов на имеющемся оборудовании и предложить мероприятия по ее увеличению.</p>
	<p>Скорость сушки представляет собой изменения влажности в единицу времени:</p> $N = \frac{W_n - W_k}{\tau} = \frac{75 - 17}{950} = 0,061 (\%/C)$ <p>Повышению скорости сушки способствует:</p> <ul style="list-style-type: none"> Повышение температуры процесса; Понижение давления над материалом; Снижение влагосодержания сушильного агента для увеличения движущей силы процесса; Повышение линейной скорости сушильного агента над высушиваемым материалом;

	Перемешивание высушиваемого материала для обновления поверхности контакта фаз.
--	--

3.3.2ПКв-4 - Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов

Задание: Дать развернутые ответы на следующие ситуационные задания

Номер вопроса	Текст задания
95	<p>Ситуация. В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Насос подает сырье в количестве $20 \text{ м}^3/\text{ч}$, создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$.</p> <p>Задание. Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса</p>
	<p>Ответ: Производительность насоса – количество жидкости, подаваемое насосом в напорные трубопровод в единицу времени. Для увеличения производительности насоса можно:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увеличить число оборотов рабочего колеса насоса, исходя из законов пропорциональности $Q_1/Q_2 = n_1/n_2$. 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. 3. Подключить два насоса параллельно.
96	<p>Ситуация. Вы работаете на станции фильтрования, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления).</p> <p>Задание. Предложить мероприятия по увеличению скорости фильтрования с целью увеличения производительности фильтра</p>
	<p>Скорость процесса фильтрования ($v_{\text{ф}}$) прямо пропорциональна движущей силе (ΔP) и обратно пропорциональна гидравлическому сопротивлению осадка ($R_{\text{ос}}$) и фильтровальной перегородке ($R_{\text{ф.п.}}$).</p> $v_{\text{ф}} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{\text{ос}} + R_{\text{ф.п.}})}, \text{ где}$ <p>ΔP - разность давления по обе стороны фильтровальной перегородки, μ - вязкость среды, $R_{\text{ос}}$ – сопротивление осадка, $R_{\text{ф.п.}}$ – сопротивление осадка.</p> <p>Для увеличения скорости фильтрования при условии $\Delta P = \text{const}$ необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подогреть суспензию для снижения вязкости; 2) Удалить осадок по мере необходимости с фильтрующей поверхности; 3) Для снижения сопротивления осадка использовать вспомогательные фильтровальные порошки (Кизельгур, Перлит, Диатомит, Уголь и др.), которые добавляют либо в суспензию, либо намывают на фильтровальную перегородку; 4) Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением (Например, фильтровальные перегородки из бейтинга и синтетических волокон).
97	<p>Ситуация. Вы работаете на сахарном заводе. Процесс перемешивания сахарного раствора имеет низкую интенсивность.</p> <p>Задание: Предложить мероприятия по интенсификации процесса перемешивания сахаросодержащих растворов.</p>
	<p>Ответ: Повысить интенсивность механического перемешивания сахаросодержащих растворов возможно следующими способами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снизить вязкость перемешиваемого раствора, тем самым уменьшить сопротивление среды вращению мешалки. С этой целью используют аппараты с тепловой рубашкой. 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. 3. С целью увеличения турбулентности среды при перемешивании используют многорядные мешалки (лопастные, турбинные). 4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.
98	<p>Ситуация. Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс.</p> <p>Задание. Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.</p>
	<p>Ответ: Для интенсификации процесса абсорбции аммиака водой возможно провести следующие мероприятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снизить температуру воды. 2. Повысить парциальное давление аммиака в газовой смеси. 3. обеспечить наиболее эффективный гидродинамический режим работы абсорбера для создания развитой поверхности контакта фаз между водой и аммиаком (зависит от скорости газа в аппарате).
99	<p>Ситуация. В цехе, где Вы работаете оператором линии по сушке фруктовых чипсов, очень высокие потери</p>

	<p>теплоты сушилкой в окружающую среду. Задание: Предложить комплекс мер по минимизации этих потерь.</p>
	<p>Меры по минимизации потерь теплоты сушилкой в окружающую среду. С этой целью в пищевой промышленности используются следующие варианты сушки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) схема с многократным промежуточным нагреванием воздуха. Этот вариант сушки характеризуется тем, что требуемое количество тепла подводится к высушиваемому материалу при пониженной температуре воздуха; 2) схема с частичной циркуляцией отработанного воздуха. Для этого варианта сушки характерны пониженная температура воздуха, повышенное влагосодержание воздушной смеси и большая линейная скорость газа в сушилке; 3) выбирать наиболее рациональную схему взаимодействия потоков; 4) обеспечить герметичность оборудования, входящего в сушильную установку.
100	<p>Ситуация. Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. Задание: Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.</p>
	<p>Ответ: Для высушивания зерновых материалов возможно использование барабанных сушилок и сушилок с кипящим (псевдооживленным) слоем. Достоинства указанных сушилок:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Интенсивная и равномерная сушка вследствие развитой поверхности контакта материала и сушильного агента (воздуха). 2. Большое напряжение по влаге. 3. Компактность установки. 4. В сушилках с кипящим слоем возможна сушка при высоких температурах вследствие кратковременности контакта. 5. Высокая степень использования тепла сушильного агента. <p>Недостатки таких сушилок:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Истирание и значительный унос мелких частиц. 2. Высокое гидравлическое сопротивление в сушилках с кипящим слоем. 3. Сушилки с кипящим слоем непригодны для сушки материала с большим размером частиц.

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
<p>ОПК-2 - Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) ИДЗ_{ОПК-2} - Формулирует стандартные задачи в профессиональной деятельности с применением знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</p>					
Знать технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры, влияющие на качество технологических процессов и продуктов в решении профессиональных задач	Тест	Результат тестирования	более 60% 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)
Уметь формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение формулировать задачи управления качеством технологических процессов и продуктов	студент активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			студент выполняет роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть навыками формулирования задач управления качеством технологических процессов	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)

и продуктов			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)
ПКв-4 - Способность участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля; сертификации и аттестации технических средств, оборудования и материалов					
ИД1 _{ПКв-4} – Осуществляет выбор программы и методики аттестации испытательного оборудования					
Знать технологические процессы, современное технологическое оборудование и параметры для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования	Тест	Результат тестирования	более 60% 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 для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования	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)
Уметь формулировать задачи метрологии технологических процессов для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение формулировать задачи метрологии технологических процессов для выбора программы и методики аттестации испытательного оборудования	студент активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			студент выполняет роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
Владеть навыками формулирования задач стандартизации технологических процессов	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			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)
--	--	--	---	------------	----------------------------