



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Направление подготовки (специальность)
29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства

Направленность (профиль/специализация) программы
Промышленный дизайн и принтмедиа технологии

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Химии
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 960)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химии
28.01.2026, протокол № 4

И.о. зав. кафедрой



Е.А. Волкова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель



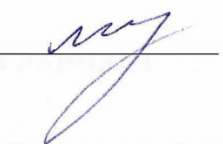
Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры Химии, к.с.-х.н.



М.А. Зяблицева

Рецензент:
зав. кафедрой ТСиСА, д.т.н.



И.Ю. Мезин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.А. Волкова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.А. Волкова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.А. Волкова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Е.А. Волкова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической промышленности» является формирование знаний и навыков, необходимых для проведения процессов химических производств, создания безопасных и оптимальных условий работы применяемых аппаратов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Процессы и аппараты химической промышленности входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Химия

Физическая и коллоидная химия

Материаловедение

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Производство изделий из полимерных материалов

Технология металлических материалов

Технология силикатных материалов

Технологическое оборудование полиграфического и упаковочного производства

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Процессы и аппараты химической промышленности» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен проводить измерения, обрабатывать экспериментальные данные, наблюдать и корректировать параметры технологических процессов
ОПК-3.1	Использует методы и средства измерений для проведения испытаний и контроля в полиграфическом и упаковочном производствах
ОПК-3.2	Обрабатывает и анализирует результаты измерений на основе соответствующих алгоритмов и выявляет основные причины брака и недостатков в технологическом процессе
ОПК-3.3	Осуществляет контроль значений управляемых параметров технологических процессов, своевременно выявлять отклонения параметров и выполняет их корректировку

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 74,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.				
1.							
1.1 1 Основные положения и научные основы дисциплины. Основные свойства веществ 1.1 Введение. Возникновение и развитие курса ПАПП. 1.2 Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета ПАПП. 1.3 Применение метода моделирования для исследования и расчета ПАПП. Теоремы подобия		6		15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.2 2 Гидромеханические процессы 2.1 Основы гидравлики. Разделение неоднородных систем. Раз-деление жидких систем. Осаждение в гравитационном поле (отстаивание). Фильтрация. Центрифугирование. 2.2 Перемешивание в жидких средах. Затраты энергии на перемешивание ньютоновских жидкостей. 2.3 Насосы	5	8	8	15	Подготовка и выполнение лабораторных работ. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными	Устный опрос. Тестирование. Отчет по лабораторным работам.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3

					библиотеками.		
1.3 3 Теплообменные процессы 3.1 Общие сведения. Тепловой баланс. Основное уравнение теплопередачи. Движущая сила теп-лообменных процессов. 3.2 Конденсация. Конструкции теплообменных аппаратов. 3.3 Выпаривание Методы выпаривания. Основные величины, характеризующие работу выпарного аппарата. Элементы расчета однокорпусной выпарной установки. Конструкции выпарных аппаратов.		6	8	8,8	Подготовка и выполнение лабораторной работы. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование. Отчет по лабораторной работе.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.4 4. Массообменные процессы 4.1 Механизм массопередачи. Материальный баланс при массопередаче. Основные законы массопередачи. Сорбционные процессы. Абсорбция. Адсорбция. 4.2 Сушка. 4.3 Перегонка и ректификация.	5	8	12	15	Подготовка и выполнение лабораторной работы. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование. Отчет по лабораторной работе.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
1.5 5 Механические процессы 5.1 Измельчение, общие сведения. Физические основы измельчения. Конструкции и работа основных типов измельчающих машин. 5.2 Обработка материалов давлением (прессование). Элементы теории обработки пищевых продуктов давлением. Машины для обработки материалов давлением. 5.3 Дозирование. Классификация дозируемых материалов. 5.4 Смешивание сыпучих мате-риалов. Способы смешивания и кинетика процесса.		6	6	20,4	Подготовка и выполнение лабораторной работы. Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	Устный опрос. Тестирование. Отчет по лабораторной работе.	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3
Итого по разделу		34	34	74,2			
Итого за семестр		34	34	74,2		зао	
Итого по дисциплине		34	34	74,2		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят как в информационной форме, где имеет место последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами, так и в форме лекций-беседы или диалога с аудиторией, лекций с применением элементов «мозговой атаки», лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Помимо этого, в лекции могут использоваться элементы проблемного изложения. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Такая лекция представляет собой занятие, предполагающее инициированное преподавателем привлечение аудитории к решению крупной научной проблемы, раскрывает возможные пути ее решения, показывает теоретическую и практическую значимость достижений. На проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Полученная информация усваивается как личностное открытие еще не известного для себя знания.

Для реализации информационно-коммуникационной образовательной технологии проводятся лекции-визуализации, в ходе которых изложение теоретического материала сопровождается презентацией.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из наиболее эффективных средств развития потребности к будущему самообразованию. Самостоятельная работа включает в себя самые разнообразные формы учебной деятельности: выполнение домашних заданий, завершение оформления лабораторных работ, подготовка к практикуму, изучение основного и дополнительного материала по учебникам и пособиям, чтение и проработка научной литературы в библиотеке, подготовка к итоговой аттестации.

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на закрепления теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий и подготовку к рубежному и заключительному контролю. Помимо этого, обучающиеся представляют результаты своей самостоятельной работы в виде презентаций.

При проведении текущего, промежуточного и итогового контроля основными задачами, стоящими перед преподавателем, являются: выявление степени правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний, умений и навыков.

Современные интерактивные средства позволяют экспериментировать с новыми формами контроля. Обучающимся предлагаются тесты и задачи в электронном виде, с автоматизированной системой проверки. В отличие от обычного тестирования такой способ контроля позволяет им в любое время пройти тест, проанализировать ошибки и пройти тест повторно.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины **а) Основная литература:**

1. Разинов, А. И. Процессы и аппараты химической технологии / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г. С. Дьяконов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 688 с. — ISBN 978-5-507-45950-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292058> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей..

2. Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 1242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19103-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589754> (дата обращения: 24.02.2026).

б) Дополнительная литература:

1. Бородулин, Д. М. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. М. Бородулин, В. Н. Иванец. — Кемерово : КемГУ, 2007. — 168 с. — ISBN 978-5-89289-435-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4614> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Ю. А. Гужель. — Благовещенск : АмГУ, 2019 — Часть 3 : Массообменные процессы и аппараты — 2020. — 145 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156569> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Воронин, В. М. Процессы и аппараты химической технологии: лаб. практикум : учебное пособие / В. М. Воронин, Е. В. Игнатова, В. М. Ушанова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195278> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Губанов, Н. Д. Процессы и аппараты химической технологии: лаб. практикум : учебное пособие / Н. Д. Губанов. — Иркутск : ИРНТУ, 2020. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325064> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Исаев, В. Н. Процессы массопереноса с участием твердой фазы : учебник для вузов / В. Н. Исаев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 87 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19211-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/590305> (дата обращения: 24.02.2026).

6. Расчеты технологических процессов и аппаратов : практикум [для вузов] / Л. Г. Коляда, А. В. Смирнова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3090> . - Текст : электронный. - дата обращения: 26.02.2026.

7. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2 : учебник для вузов / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейн. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 876 с. — ISBN 978-5-507-54683-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/510294> (дата обращения: 24.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Вестник Технологического университета. - ISSN 3034-4689. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/3647> (дата обращения: 26.02.2026). - Текст электронный.

9. Ползуновский вестник. - ISSN 2072-8921. - URL: <https://e.lanbook.com/journal/2957> (дата обращения: 26.02.2026). - Текст электронный.

в) Методические указания:

1. Барышникова Н. И. Процессы и аппараты пищевых производств : лабораторный практикум / Н. И. Барышникова, Л. Г. Коляда ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1749> . - Текст : электронный. - дата обращения: 26.02.2026.

2. Коляда Л. Г. Процессы и аппараты : лабораторный практикум / Л. Г. Коляда, Е. В. Тарасюк ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1748> . - Текст : электронный. - дата обращения: 26.02.2026

3. Коляда, Л.Г., Тарасюк, Е.В. Процессы и аппараты пищевых производств: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» для студентов специальности 260501.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011.-30 с.- Текст: непосредственный.

4. Коляда, Л.Г. Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого вещества в аппарате с механическим перемешиванием: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Процессы и аппараты» для обучающихся по направлению подготовки 29.03.03 Технология полиграфического и упаковочного производства очной формы обучения. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2023.- 10 с.-Текст: непосредственный.

5. Коляда, Л.Г. Изучение процесса теплопередачи: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Процессы и аппараты», «Тепло- и хладотехника» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» и 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» очной формы обучения. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021.- 10 с.-Текст: непосредственный.

6. Коляда, Л.Г. Изучение процесса фильтрования: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Процессы и аппараты» для обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства» очной формы обучения. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2021.- 8 с.-Текст: непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение: Оборудование для выполнения лабораторных работ, химическая посуда, реактивы.

Наглядные материалы: таблицы, схемы, плакаты.

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение:

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся подразделяется на аудиторную, которая происходит как во время практических занятий, так и на плановых консультациях, и на внеаудиторную, происходящую во время подготовки отчетов по практическим занятиям, подготовки к устным опросам.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся предполагает устный опрос и прохождение тестирования по каждому разделу дисциплины. Тесты включают теоретические и практические задания, ответы на которые требуют глубокого понимания изученного материала.

Перечень лабораторных работ:

1. «Измельчение и классификация твердого материала»
2. «Изучение процесса сушки»
3. «Определение скорости осаждения сферических частиц»
4. «Перегонка с водяным паром»
5. «Изучение процесса теплопередачи»
6. «Изучение процесса фильтрации»

Вопросы для текущего контроля по дисциплине:

*Контрольные вопросы по теме «Основные положения и научные основы дисциплины.
Основные свойства веществ»*

1. Перечислите физические свойства материалов.
2. Что называется плотностью?
3. Что называется удельным объемом?
4. Что называется относительной плотностью?
5. Формула для расчета плотности суспензии.
6. Формула для расчета насыпной плотности.
7. Как определяют плотность жидких продуктов?
8. Что называется кинематической вязкостью жидкостей? Каким методом ее определяют?
9. Что называется динамической вязкостью жидкостей? Как определяют динамическую вязкость?
10. Классификация основных процессов.
11. Общие принципы расчета процессов и аппаратов.
12. Методы исследования процессов и аппаратов.
13. Теория подобия. Теоремы подобия.
14. Критерии подобия.

Контрольные вопросы по теме «Механические процессы»

1. С какой целью применяют измельчение твердых материалов?
2. На какие виды подразделяется измельчение в зависимости от начальных и конечных размеров частиц?
3. Какими методами производится измельчение твердых материалов?
4. Что представляет открытый и замкнутый цикл измельчения?
5. Как определить степень измельчения?
6. Формула для определения среднего диаметра фракции.
7. Формула для определения среднего диаметра исходного материала.

8. Что представляет собой характеристика крупности?
9. Какие виды классификации используются в промышленности?
10. Что представляет собой ситовой анализ?
11. Из чего складывается работа, затрачиваемая на измельчение твердого материала?
12. Уравнение Ребиндера для крупного и мелкого дробления.
13. Какие типы измельчающих машин применяются в промышленности?

Контрольные вопросы по теме «Гидромеханические процессы»

1. Какие силы действуют на осаждающуюся частицу в жидкости и как их рассчитать?
2. Какие параметры влияют на величину скорости гравитационного осаждения твердой частицы?
3. Каким образом можно увеличить скорость осаждения?
4. Написать и дать объяснение критерию A_r .
5. Написать и дать объяснение критерию Re .
6. Чем обусловлена сила сопротивления среды?
7. Как рассчитать коэффициент сопротивления среды для разных режимов осаждения?
8. Что такое свободное и стесненное осаждение? В каком случае скорость осаждения выше и почему?
9. Как зависит скорость осаждения от формы частиц?
10. Осаждение каких частиц, крупных или мелких, лимитирует производительность отстойников?
11. От каких факторов зависит производительность отстойника?
12. Как рассчитать скорость осаждения твердой частицы?

Контрольные вопросы по теме «Теплообменные процессы»

1. Какие технологические процессы относятся к теплообменным?
2. Какой процесс называется теплопередачей?
3. Каков физический смысл коэффициента теплопередачи?
4. Основное уравнение теплопередачи.
5. Основной закон теплопроводности.
6. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
7. Какой процесс называется теплоотдачей и каким законом он описывается?
8. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?
9. Критериальные уравнения подобия конвективного теплообмена.
10. Какие процессы называются нагреванием, испарением, охлаждением, конденсацией?
11. Типы теплообменных аппаратов.
12. Устройство и принцип действия теплообменной аппаратуры.
13. В чем заключается процесс выпаривания?
14. Какими методами в промышленности осуществляется процесс выпаривания?
15. Устройство выпарных аппаратов.

Контрольные вопросы по теме «Массообменные процессы»

1. Какой процесс называется сушкой?
2. Способы удаления влаги из материала.
3. Методы сушки по способу подвода теплоты к высушиваемому материалу.
4. Что называется абсолютной влажностью, относительной влажностью, влагосодержанием, энтальпией влажного воздуха?
5. Что представляет собой диаграмма Рамзина?
6. Формы связи влаги с материалом.

7. Что является движущей силой сушки?
8. Что такое кривая сушки?
9. Какие факторы определяют скорость сушки в первом и во втором периодах сушки?
10. Каков механизм удаления влаги из материала в первом и втором периодах сушки?
11. Формула для расчета продолжительности сушки.
12. Какой процесс называется перегонкой?
13. В чем заключается сущность закона Рауля?
14. Чему равно давление паров над поверхностью бинарной смеси?
15. Какой параметр является действующей силой перегонки?
16. Какие методы применяют для разделения жидких однородных систем?
17. Что такое простая перегонка? Виды перегонки.
18. В чем заключается сущность закона Дальтона?
19. Как определяется температура кипения при перегонке с водяным паром?
20. Диаграмма для определения температуры кипения.
21. Как определить расход пара?
22. В чем заключаются различия в поведении идеальных и реальных смесей?
23. Схема простой перегонки.
24. Схема простой перегонки с дефлегмацией. С какой целью применяют дефлегмацию?

Примерные практические задания из профессиональной деятельности

1. Подобрать насос (по напору и мощности) для перекачивания $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ раствора хлорида натрия при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$ из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением $0,1 \text{ МПа}$. Геометрическая высота подъема раствора 15 м . Длина трубопровода на линии нагнетания 40 м , на линии всасывания 17 м . На линии нагнетания имеются два отвода под углом 110° , шесть отводов под углом 90° , а также три нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено три прямооточных вентиля, четыре отвода под углом 90° (в обоих случаях отношение радиуса поворота к диаметру трубы равно 4). Проверить возможность установки насоса на высоте 4 м над уровнем раствора в емкости.

2. Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату $5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобрать стандартный фильтр и определить необходимое число фильтров.

Исходные данные для расчета:

- 1) перепад давления при фильтровании и промывке осадка $6,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$;
- 2) температура фильтрования $20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 3) высота слоя осадка на фильтре 7 мм ;
- 4) влажность осадка 39% (масс.);
- 5) удельное массовое сопротивление осадка $2,72 \cdot 10^{10} \text{ м}^2/\text{кг}$;
- 6) сопротивление фильтровальной перегородки $40,0 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$;
- 7) плотность твердой фазы $2460 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- 8) массовая концентрация твердой фазы в суспензии 16% (масс.). Жидкая фаза суспензии – вода;
- 9) удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре 50°C) $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$;
- 10) продолжительность окончательной сушки осадка не менее 20 с .

По справочным данным определить недостающие для расчета величины: вязкость воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и температуре промывки в $\text{Па} \cdot \text{с}$.

3. Рассчитать барабанную сушилку непрерывного действия. Данные для расчета: производительность сушилки по высушенному материалу $2150 \text{ кг}/\text{ч}$; начальная влажность

материала 28 %; конечная влажность материала 7,0 %; температура влажного материала 10 °С ; плотность материала 980 кг/м³; удельная теплоемкость материала 1220 Дж/кг·К; средний диаметр частиц материала 1-15 мм; топливо – природный газ; температура газов на входе в барабан 375 °С; на выходе из барабана 105 °С; потери тепла в окружающую среду 4 %; параметры свежего воздуха: температура 12 °С, относительная влажность 72 %, давление в сушилке – атмосферное. Состав природного газа (об.): 92,0 CH₄; 0,5 C₂H₆ ; 4,0 H₂ ; 2,0 N₂ ; 1,5 CO.

Варианты тематических тестовых заданий для текущего контроля

Тесты по теме «Основные положения и научные основы дисциплины. Основные свойства веществ»

1. Мембранные процессы относятся к группе
 - а) Тепловых процессов б) Механических процессов в) Массообменных процессов

2. Процесс, все стадии которого протекают в одном месте (в одном аппарате), но в разное время, называется
 - а) Периодическим б) Непрерывным в) Комбинированным

3. Процесс, все стадии которого протекают одновременно, но разобщены в пространстве, т.е. осуществляются в разных аппаратах или в различных частях одного аппарата, называется
 - а) Периодическим б) Непрерывным в) Комбинированным

4. Выберите правильное определение комбинированного процесса:
 - А) непрерывный процесс, отдельные стадии которого проводятся периодически
 - Б) периодический процесс, одна или несколько стадий которого протекает непрерывно.
 - В) под определение подходит все вышеперечисленное

5. Критерий Рейнольдса
 - а) $Re = \frac{wl\rho}{\gamma}$ б) $Re = \frac{wl\rho}{\mu}$ в) $Re = \frac{wl\mu}{\rho}$ г) $Re = \frac{wl}{\mu}$

6. Подобные явления характеризуются численно равными критериями подобия –это
 - а) вторая теорема подобия б) третья теорема подобия в) первая теорема подобия

7. Критерий Нуссельта
 - а) $Nu = \frac{\alpha l}{\lambda}$ б) $Nu = \frac{\alpha \lambda}{l}$ в) $Nu = \frac{wl}{a}$ г) $Nu = \frac{\alpha \lambda}{\beta}$

8. Критерий Эйлера
 - а) $Eu = \frac{\Delta P}{w\rho}$ б) $Eu = \frac{w^2}{gl}$ в) $Eu = \frac{\Delta P}{\rho w^2}$ г) $Eu = \frac{wl}{\nu}$

Тесты по теме «Гидромеханические процессы»

1. Неоднородные системы, состоящие из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц, называются
 - а) Эмульсии б) Суспензии в) Пены г) Туманы

2. Системы, состоящие из жидкости и распределенных в ней капель другой жидкости, не смешивающейся с первой, называются
 - а) Эмульсии б) Суспензии в) Пены г) Туманы

3. Системы, состоящие из жидкости и распределенных в ней пузырьков газа, называются
 а) Эмульсии б) Суспензии в) Пены г) Туманы
4. Системы, состоящие из газа и распределенных в ней частиц жидкости, называются
 а) Эмульсии б) Суспензии в) Пены г) Туманы
5. Процесс разделения суспензий и эмульсий в поле центробежных сил называется
 а) Осаждение б) Фильтрование в) Центрифугирование
6. Отстаивание является разновидностью процесса
 а) Осаждение б) Фильтрование в) Центрифугирование
7. Процесс разделения, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от нее под действием сил тяжести, инерции или электростатических, называется
 а) Осаждение б) Фильтрование в) Центрифугирование
8. Формула $P = P_0 + \rho gh$ - это
 а) основное уравнение гидравлики б) основное уравнение гидродинамики
 в) основное уравнение гидростатики г) уравнение Бернулли
9. Уравнение Бернулли для реальной жидкости
 а) $Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{w^2}{2g} + h = const$ б) $Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{w^2}{2g} = const$ в) $Z + \frac{P}{\rho g} = const$
10. Движущая сила гидродинамических процессов - это
 а) градиент температур б) градиент плотностей в) градиент концентраций
11. Значение критерия Рейнольдса для турбулентного режима движения жидкости
 а) $Re > 2320$ б) $Re > 10000$ в) $Re < 10000$ г) $Re < 2320$
12. Значение критерия Рейнольдса для ламинарного режима движения жидкости
 а) $Re > 2320$ б) $Re > 10000$ в) $Re < 10000$ г) $Re < 2320$
13. Объем фильтрата, полученный с 1 м^2 фильтрующей поверхности за 1 сек – это
 а) степень фильтрования б) механизм фильтрования в) скорость фильтрования

Тесты по теме «Теплообменные процессы»

1. Перенос тепла от более нагретых к менее нагретым участкам тела вследствие теплового движения и взаимодействия микрочастиц, непосредственно соприкасающихся друг с другом, называется
 а) Конвекция б) Теплопроводность в) Тепловое излучение
2. Перенос тепла вследствие движения и перемешивания макроскопических объемов газа или жидкости называется
 а) Конвекция б) Теплопроводность в) Тепловое излучение
3. В твердых телах основным видом распространения тепла обычно является
 а) Конвекция б) Теплопроводность в) Тепловое излучение
4. Перенос тепла от стенки к газообразной (жидкой) среде или в обратном

направлении называется

- А) Тепловое излучение б) Теплоотдача в) Теплопередача

5. Основное уравнение теплопередачи

- а) $Q = KS\tau$ б) $Q = \lambda S\Delta t\tau$ в) $Q = KS\Delta t\tau$ г) $Q = \alpha S\Delta t\tau$

6. Основной закон теплоотдачи

- а) А) $Q = KS\tau$ б) $Q = \lambda S\Delta t\tau$ в) $Q = KS\Delta t\tau$ г) $Q = \alpha S\Delta t\tau$

7. Критериальное уравнение конвективного теплообмена

- а) $Nu = f(Re, Pr, Fo, Gr)$ б) $Nu = f(Re, Pr, Fo, Ar)$ в) $Eu = f(Re, Pr, Fo, Gr)$

Тесты по теме «Массообменные процессы»

1. Селективное поглощение газов или паров жидкими поглотителями происходит при
а) экстракции б) абсорбции в) адсорбции г) ректификации

2. Жидкая смесь разделяется на составляющие компоненты при
а) экстракции б) абсорбции в) адсорбции г) ректификации

3. Избирательное поглощение газов, паров или растворенных в жидкостях веществ твердым поглотителем происходит при
а) экстракции б) абсорбции в) адсорбции г) ректификации

4. При каком из перечисленных ниже процессов происходит переход вещества из жидкой фазы в твердую?
а) Сушка б) Кристаллизация в) Экстракции г) Ректификация

5. Процесс перехода вещества (или нескольких веществ) в направлении достижения равновесия в пределах одной фазы называют
А) Массоотдача б) Массопередача в) Движущая сила массообменных процессов

6. Наиболее прочная влага, которая может быть удалена при прокаливании
а) физико-химическая б) механическая в) химическая г) осмотическая

7. Уравнение массопередачи

- а) $M = KS\Delta C\tau$ б) $M = KS\Delta y\tau$ в) $M = -DS\Delta C\tau$ г) $M = \beta S\Delta y\tau$

8. Масса водяных паров в 1 м³ влажного воздуха – это
а) относительная влажность б) влагосодержание в) абсолютная влажность

9. Наиболее прочная влага, которая может быть удалена при прокаливании
а) физико-химическая б) механическая в) химическая г) осмотическая

10. Кривая сушки – это зависимость

- а) влажности материала от температуры б) влажности материала от времени
в) скорости сушки от температуры г) скорости сушки от времени

Тесты по теме «Механические процессы»

1. Как можно охарактеризовать сыпучесть пылевидных материалов?
А) Удовлетворительная б) Весьма плохая в) Хорошая

2. Перечислите требования, предъявляемые к материалам, подвергаемым прессованию:

- А) Нехрупкий материал, прилагаемая сила действует на большую поверхность
- Б) Нехрупкий материал, прилагаемая сила действует на маленькую поверхность
- В) Хрупкий материал, прилагаемая сила действует на большую поверхность

3. Какой способ дозирования является более точным?

- А) Объемный б) Весовой г) Точность обоих способов одинакова

4. При крупном, среднем и мелком дроблении работа, затрачиваемая на измельчение

- а) $A_{д} > A_{п}$ б) $A_{д} < A_{п}$ в) $A_{д} = A_{п}$ г) $A = A_{д} + A_{п}$

5. Полусумма размеров верхнего и нижнего сит – это

- а) средний характерный размер б) степень измельчения в) крупность

6. Движущая сила механических процессов - это

- а) градиент напряжений б) градиент плотностей в) градиент концентраций

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по каждой дисциплине (модулю) за определенный период обучения.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-3: Способен проводить измерения, обрабатывать экспериментальные данные, наблюдать и корректировать параметры технологических процессов		
ОПК-3.1	Использует методы и средства измерений для проведения испытаний и контроля в полиграфическом и упаковочном производствах	<p>Перечень теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы типовые и специфические. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. 2. Движущая сила и скорость процессов Балансы массы и энергии. 3. Аналитический, экспериментальный и синтетический методы изучения процессов. 4. Теория подобия и теория размерностей, их применение для выражения кинетических закономерностей. 5. Методы и задачи инженерного расчета процессов и аппаратов. 6. Процессы типовые и специфические. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. 7. Движущая сила и скорость процессов Балансы массы и энергии. 8. Процессы измельчения твердых тел. Способы измельчения. Классификация способов измельчения твердых тел. Степень измельчения. 9. Основы теории деформации и разрушения тел. Затраты энергии на измельчение. Устройство и принцип действия аппаратов даю измельчения раскалыванием, истиранием, ударом, резанием. 10. Процессы обработки материалов давлением. Процессы формования, экструзии, брикетирования. Устройство и принцип действия прессов и экструдеров. 11. Процессы сортирования. Классификационные признаки сортирования тел и зернистых масс. Характеристика способов сортирования. Устройство и принцип действия основных типов аппаратов для сортирования. 12. Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Практическое использование основного уравнения гидростатики. 13. Гидродинамика. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. 14. Режимы движения жидкости. Потери напора на местных сопротивлениях. Критериальные уравнения движения вязкой жидкости. 15. Насосы. Классификация насосов. Основные параметры насосов.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. Процессы осаждения. Образование и разделение фаз дисперсных систем. Относительная скорость движения твердых, жидких или газообразных частиц в вязких средах под действием массовых сил.</p> <p>17. Процессы фильтрования. Классификация способов и режимов фильтрования, устройство фильтров и фильтрующих центрифуг. Основы теории фильтрования.</p> <p>18. Процессы перемешивания жидких, пластических, зернистых масс и порошкообразных материалов. Механическое и пневматическое перемешивание. Способы перемешивания. Затраты энергии. Устройство мешалок и смесителей.</p> <p>19. Общие положения теории и расчета теплообменных процессов и аппаратов. Классификация теплообменных процессов и аппаратов. Типы применяемых тепло- и хладоносителей.</p> <p>20. Процессы нагревания и охлаждения. Теплообменники. Типы теплообменников. Основные положения расчета теплообменников.</p> <p>21. Процессы выпаривания. Выпарные аппараты. Основные положения расчета выпарных аппаратов и многокорпусных выпарных установок.</p> <p>22. Основы массопередачи. Материальные балансы массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи.</p> <p>23. Молекулярная диффузия. Закон Фика. Конвективный перенос. Закон массоотдачи.</p> <p>24. Критериальные уравнения подобия массообменных процессов. Связь между коэффициентом массопередачи и коэффициентом массоотдачи. Основные положения расчета массообменных процессов и аппаратов.</p> <p>25. Процессы экстракции и распределение компонентов в твердых материалах. Физико-химические основы, статика, кинетика, материальный баланс.</p> <p>26. Свойства влажного воздуха. Диаграмма Рамзина. Способы удаления влаги из материала.</p> <p>27. Формы связи влаги с материалом. Статика и кинетика сушки.</p> <p>28. Конвективная сушка. Расчет процессов конвективной сушки. Основные типы сушилок. Сублимация.</p> <p>29. Сорбционные процессы. Процессы абсорбции: физические основы,</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>материальный баланс. Типы абсорберов.</p> <p>30. Процессы адсорбции. Физико-химические основы процесса. Типы адсорбентов. Устройство абсорберов.</p> <p>31. Процессы кристаллизации. Кинетика и условия кристаллизации. методы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Устройство кристаллизаторов.</p> <p>32. Обратный осмос и ультрафильтрация. Теоретические основы. Устройство мембранных аппаратов.</p>
ОПК-3.2	Обрабатывает и анализирует результаты измерений на основе соответствующих алгоритмов и выявляет основные причины брака и недостатков в технологическом процессе	<p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Определить режим движения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника типа «труба в трубе», если внутренняя труба теплообменника имеет размеры 25x2 мм, наружная 51x2,5 мм, массовый расход воды $G = 4000 \text{ кг/ч}$, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$.</p> <p>2. Насос перекачивает жидкость плотностью 960 кг/м^3 из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, давление в котором составляет 3,7 МПа. Высота подъема 16 м. Общее сопротивление всасывающей и нагнетающей линий 65,6 м. Определить полный напор, развиваемый насосом.</p> <p>3. По горизонтальному трубопроводу длиной 150 м необходимо подавать $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ жидкости. Допускаемая потеря напора 10 м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая коэффициент трения $\lambda = 0,03$.</p> <p>4. Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Наружная труба 96x3,5 мм, внутренняя труба 57x3 мм, расход воды $3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура воды 20°C.</p> <p>5. Определить сопротивление осадка и фильтрующей перегородки, если при прохождении через фильтр 2 м^3 фильтрата на фильтрующей перегородке отложилось $0,001 \text{ м}^3$ осадка. Константы фильтрования: $C = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2$ и $K = 5,56 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ при $\Delta P = 0,2 \text{ МПа}$ ($\mu = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$).</p> <p>6. Определить площадь поверхности фильтрования, если требуется отфильтровать 6 т виноматериалов за 3 часа. При лабораторном фильтровании таких же</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>виноматериалов константы фильтрования, отнесенные к 1 м^2 площади фильтра, составили: $C = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^2$; $K = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}$. Плотность виноматериалов $\rho = 1080 \text{ кг}/\text{м}^3$.</p> <p>7. Определить по диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 70°C и относительной влажности 0,5.</p> <p>8. Воздух с температурой 21°C и относительной влажностью 0,7 нагревается в калорифере до 80°C. Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.</p> <p>9. Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Наружная труба $86 \times 2,5 \text{ мм}$, внутренняя труба $55 \times 2 \text{ мм}$, расход воды $3,8 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура воды 20°C.</p> <p>10. По горизонтальному трубопроводу длиной 150 м необходимо подавать $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ жидкости. Допускаемая потеря напора 10 м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая коэффициент трения $\lambda = 0,03$.</p> <p>11. Воздух с температурой 21°C и относительной влажностью 0,7 нагревается в калорифере до 80°C. Найти энтальпию и влагосодержание воздуха на выходе из калорифера.</p> <p>12. Определить по диаграмме Рамзина энтальпию и влагосодержание воздуха при 70°C и относительной влажности 0,5.</p>
ОПК-3.3	Осуществляет контроль значений управляемых параметров технологических процессов, своевременно выявлять отклонения параметров и выполняет их корректировку	<p>Примерные практические задания из профессиональной деятельности:</p> <p>1. Подобрать насос (по напору и мощности) для перекачивания $40 \text{ м}^3/\text{ч}$ раствора хлорида натрия при температуре 20°C из открытой емкости в аппарат, работающий под избыточным давлением $0,1 \text{ МПа}$. Геометрическая высота подъема раствора 15 м. Длина трубопровода на линии нагнетания 40 м, на линии всасывания 17 м. На линии нагнетания имеются два отвода под углом 110°, шесть отводов под углом 90°, а также три нормальных вентиля. На всасывающем участке трубопровода установлено три прямооточных вентиля, четыре отвода под углом 90° (в обоих случаях отношение радиуса поворота к диаметру трубы равно 4). Проверить возможность установки насоса на высоте 4 м над уровнем раствора в емкости.</p> <p>2. Рассчитать требуемую поверхность барабанного вакуум-фильтра с наружной</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>фильтрующей поверхностью на производительность по фильтрату $5 \text{ м}^3/\text{ч}$. Подобрать стандартный фильтр и определить необходимое число фильтров.</p> <p>Исходные данные для расчета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) перепад давления при фильтровании и промывке осадка $6,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$; 2) температура фильтрования $20 \text{ }^\circ\text{C}$; 3) высота слоя осадка на фильтре 7 мм; 4) влажность осадка 39% (масс.); 5) удельное массовое сопротивление осадка $2,72 \cdot 10^{10} \text{ м/кг}$; 6) сопротивление фильтровальной перегородки $40,0 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$; 7) плотность твердой фазы 2460 кг/м^3; 8) массовая концентрация твердой фазы в суспензии 16% (масс.). Жидкая фаза суспензии – вода; 9) удельный расход воды при промывке (которая проводится при температуре 50°C) $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$; 10) продолжительность окончательной сушки осадка не менее 20 с. <p>По справочным данным определить недостающие для расчета величины: вязкость воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и температуре промывки в $\text{Па}\cdot\text{с}$.</p> <p>3. Рассчитать барабанную сушилку непрерывного действия. Данные для расчета: производительность сушилки по высушенному материалу 2150 кг/ч; начальная влажность материала 28%; конечная влажность материала $7,0 \%$; температура влажного материала $10 \text{ }^\circ\text{C}$; плотность материала 980 кг/м^3; удельная теплоемкость материала $1220 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$; средний диаметр частиц материала $1\text{-}15 \text{ мм}$; топливо – природный газ; температура газов на входе в бан $375 \text{ }^\circ\text{C}$; на выходе из барабана $105 \text{ }^\circ\text{C}$; потери тепла в окружающую среду 4%; метры свежего воздуха: температура $12 \text{ }^\circ\text{C}$, относительная влажность 72%, давление вилке – атмосферное.</p> <p>Состав природного газа (об.): $92,0 \text{ CH}_4$; $0,5 \text{ C}_2\text{H}_6$; $4,0 \text{ H}_2$; $2,0 \text{ N}_2$; $1,5 \text{ CO}$.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Процессы и аппараты химической промышленности» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«не зачтено»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.