

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

КОЛЛЕДЖ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Директор колледжа
высоких технологий

А.К. Гущин



2022г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ 01. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ
АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**
основной образовательной программы подготовки специалистов
среднего звена

по специальности 18.02.12

Технология аналитического контроля химических соединений
(на базе основного общего образования)

Белгород, 2022 г.

Рабочая программа профессионального модуля “Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов” разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее ФГОС СПО) по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений, утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ № 1554 от 9 декабря 2016 г. (ред. от 17.12.2020), учебного плана по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений** (базовой подготовки), входящей в состав укрупненной группы **18.00.00 Химические технологии**.

Организация - разработчик: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова) Колледж высоких технологий

Разработчик:

Д-р. техн. наук., проф. кафедры теоретической и прикладной химии

БГТУ им. В.Г. Шухова

 / В.А. Полуэктова /

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической и прикладной химии

Протокол № 10 от « 12 » мая 2022 г.

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, проф.

 / В.И. Павленко /

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании предметно-цикловой комиссии профессионального цикла

Протокол № 10 от « 13 » мая 2022 г.

Председатель ПЦК профессионального цикла

 / А.С. Мосиенко /

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

<i>1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....</i>	<i>4</i>
<i>2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ.....</i>	<i>7</i>
<i>3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</i>	<i>8</i>
<i>4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ</i>	<i>19</i>
<i>5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ</i>	<i>23</i>

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

ПМ 01. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа профессионального модуля является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.12 «Технология аналитического контроля химических соединений» в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов и соответствующих общих и профессиональных компетенций (ПК):

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам

ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ПК 1.1 Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности.

ПК 1.3 Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа

ПК 1.2 Выбирать оптимальные методы анализа.

ПК 1.4 Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм

1.2. Цели и задачи профессионального модуля – требования к результатам освоения профессионального модуля

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

Иметь практический опыт	оценивание соответствия методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности; выбора оптимальных методов исследования; выполнения химических и физико-химических анализов; приготовление реагентов, материалов и растворов, необходимых для проведения анализа; выполнение работ с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.
уметь	работать с нормативной документацией на методику анализа; выбирать оптимальные технические средства и методы исследований; оценивать метрологические характеристики методики; оценивать метрологические характеристики лабораторного оборудования; выбирать оптимальные технические средства и методы исследований;

	<p>измерять аналитический сигнал и устанавливать зависимость сигнала от концентрации определяемого вещества;</p> <p>подготавливать объекты исследований;</p> <p>выполнять химические и физико-химические методы анализа;</p> <p>осуществлять подготовку лабораторного оборудования;</p> <p>подготавливать объекты исследований;</p> <p>выполнять необходимые расчеты для приготовления реагентов, материалов и растворов; проводить приготовление растворов, аттестованных смесей и реагентов с соблюдением техники лабораторных работ; выполнять стандартизацию растворов;</p> <p>выбирать основное и вспомогательные оборудование, посуду, реактивы;</p> <p>организовывать рабочее место в соответствии с требованиями нормативных документов и правилами охраны труда;</p> <p>использовать оборудование и средства измерения строго в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей;</p> <p>соблюдать безопасность при работе с лабораторной посудой и приборами;</p> <p>соблюдать правила хранения, использования и утилизации химических реактивов;</p> <p>использовать средства индивидуальной и коллективной защиты;</p> <p>соблюдать правила пожарной и электробезопасности.</p>
знать	<p>нормативная документация на методику выполнения измерений;</p> <p>основные нормативные документы, регламентирующие погрешности результатов измерений;</p> <p>современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов;</p> <p>основные методы анализа химических объектов;</p> <p>метрологические характеристики химических методов анализа;</p> <p>метрологические характеристики основных видов физико-химических методов анализа;</p> <p>метрологические характеристики лабораторного оборудования;</p> <p>современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов;</p> <p>классификация химических методов анализа;</p> <p>классификация физико-химических методов анализа;</p> <p>теоретических основ химических и физико-химических методов анализа;</p> <p>методы расчета концентрации вещества по данным анализа;</p> <p>лабораторное оборудование химической лаборатории; классификация химических веществ;</p> <p>основные требования к методам и средствам аналитического контроля: требования к предоставлению результатов анализа, средствам измерений, к вспомогательному оборудованию;</p> <p>нормативная документация по приготовлению реагентов, ма-</p>

	териалов, растворов, оборудования и посуды; способы выражения концентрации растворов; способы стандартизации растворов; технику выполнения лабораторных работ; правила охраны труда при работе в химической лаборатории; правила использования средств индивидуальной и коллективной защиты; правила хранения, использования, утилизации химических реактивов; правила охраны труда при работе с лабораторной посудой и оборудованием; правила охраны труда при работе с агрессивными средами и легковоспламеняющимися жидкостями.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.3. Использование в программе часов вариативной части

Использование в программе часов вариативной части не предполагается.

1.4. Количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины:

всего часов **626** в том числе:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – 606 часов, включая:

на освоение МДК **318**, часов в том числе:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – 318 часов, включая:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 255 часов;

самостоятельной работы обучающегося – 51 часов;

консультаций – 12 часов;

на практики:

учебную **180** часа

производственную **108** часов

промежуточной аттестации – 20 часов.

По итогам обучения МДК.01.01 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» предусмотрен экзамен в 6 семестре.

По итогам прохождения учебной практики «Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов» предусмотрен дифференцированный зачет в 6 семестре.

По итогам прохождения производственной практики «Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов» предусмотрен дифференцированный зачет в 6 семестре.

Итоговая аттестация ПМ.01. Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов – в форме экзамена по модулю в 6 семестре.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности **Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ОК 1.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
ОК 2.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
ПК 1.1.	Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности
ПК 1.2	Выбирать оптимальные методы анализа.
ПК 1.3	Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа
ПК 1.4.	Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Суммарный объем нагрузки, час.	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса						
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося, час.			Самостоятельная работа	Консультация, час.	Практики	
			Всего, часов	в т.ч. лекции	в т.ч. лабораторные и практические работы			Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов
1	2	3	4	5	6	7		8	9
МДК.01.01 Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа									
ПК 1.1, ПК 1.2 ПК 1.3, ПК 1.4 ОК 01,02	Раздел 1. Химические методы анализа	102	85	17	68	17			
ПК 1.1, ПК 1.2 ПК 1.3, ПК 1.4 ОК 01, ОК 02	Раздел 2. Физико-химические методы анализа	216	170	51	119	34	12		
ПК 1.1, ПК 1.2 ПК 1.3, ПК 1.4 ОК 01,02	УП.01. Учебная практика	180						180	
ПК 1.1 ПК 1.2 ПК 1.3, ПК 1.4 ОК 01,02	ПП.01. Производственная практика (по профилю специальности), часов	108							108
Промежуточная аттестация по модулю		20							
	Всего	626	255	68	187	51	12	180	108

2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

Наименование разделов и тем	№ занятия	Тема занятия, содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4	5
3 курс 5 семестр				
Раздел 1. Химические методы анализа	Содержание учебного материала		102	
Тема 1.1 Метрологическая характеристика методов анализа	1-2	Статистическая обработка результатов количественных определений. Правила округления. Значащие цифры. Закон распределения случайных величин Гаусса. Прецизионность анализа. Формулы математической обработки результатов анализа. Погрешности и ошибки в количественном анализе. Систематические ошибки. Грубые ошибки, Случайные ошибки. Ошибки измерений. Химические ошибки. Систематическая и случайная погрешность. Сущность метода регрессионного анализа (метод расчета по средним значениям). Понятие о методе наименьших квадратов.	2	2
	3-4	Метрологические характеристики методов анализа. Чувствительность метода. Диапазон измерения. Предел обнаружения. Правильность, воспроизводимость и точность анализа, среднее значение и стандартное отклонение. Абсолютная и относительная погрешность метода анализа. Стандартные образцы. Образец сравнения (градуировочный образец), параллельные определения, результат анализа. Метод и методика анализа. Требования к методикам.	2	2
	5-8	Практическая работа: Математическая обработка результатов анализа	4	2
	Самостоятельная работа:		4	
Тема 1.2 Общие вопросы химического анализа	Содержание учебного материала			
	9-10	Стадии химического анализа. Постановка аналитической задачи. Выбор метода анализа. Выполнение анализа. Оценка качества анализа. Принятие решения по результатам анализа. Классификация методов анализа.	2	2
	11-12	Физические величины для выражения состава вещества. Международная система единиц. Величины, зависящие от вида химических частиц определяемого компонента. Величины, не зависящие от вида химических частиц определяемого компонента. Закон химических эквивалентов. Наименование и обозначение физических величин при применении закона химических эквивалентов. Оценочные и точные расчеты.	2	2

Тема 1.3 Гравиметрический метод анализа	13-16	Практическая работа: Решение расчетных задач по теме «Закон химических эквивалентов»	4	2
	Самостоятельная работа:		4	
	Содержание учебного материала			
	17-19	Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений. Теория осаждения. Произведение растворимости. Условия образования осадка. Условия растворения осадка. Осаждение. Полнота осаждения. Требования к осаждаемой форме. Требования к гравиметрической форме. Выбор осадителя в зависимости от произведения растворимости осадка.	3	2
	20-22	Техника выполнения гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе. Расчет навески. Расчет количества растворителя. Расчет количества осаждаемого реактива. Расчет результата анализа в зависимости от типа гравиметрического определения. Аналитический множитель. Ошибки метода.	3	2
	23-25	Операции гравиметрического анализа. Отбор средней пробы. Взятие навески. Растворение навески. Осаждение определяемой составной части. Фильтрование и промывание осадка. Высушивание и прокаливание осадка. Взвешивание осадков. Применение метода. Журнал гравиметрических определений. Оформление результатов гравиметрического исследования.	3	2
	26-29	Лабораторная работа «Определение гигроскопической влаги»	4	2
	30-45	Лабораторная работа «Гравиметрическое определение сульфат-ионов»	16	2
	46-49	Практическая работа: Решение расчетных задач	4	2
	Самостоятельная работа:		4	
Тема 1.4 Титриметрический анализ	Содержание учебного материала			2
	50-53	Общая характеристика метода. Применение метода. Точность метода. Конечная точка титрования. Точка эквивалентности. Закон эквивалентов. Требования к реакциям в титриметрическом анализе. Стандартные растворы. Индикаторы. Правила титрования.	4	2
	54-57	Классификация титриметрических методов анализа по типу реакции, лежащей в основе. Метод нейтрализации. Окислительно-восстановительное титрование. Осадительное титрование. Комплексометрическое титрование. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Метод пипетирования. Метод отдельных навесок. Расчет массового содержания вещества в титруемом растворе. Оформление результатов титриметрического анализа.	4	2

	58-61	Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Первичный и вторичный стандарт. Способы выражения концентрации в титриметрическом анализе. Молярная концентрация эквивалента. Титр раствора. Титр рабочего раствора по определяемому веществу. Коэффициент поправки к концентрации раствора. Расчеты при приготовлении растворов. Способы приготовления стандартных растворов. Первичные и вторичные стандарты. Использование фиксаналов. Журнал учета приготовления титрованных растворов.	4	2
	62-67	Лабораторная работа «Приготовление раствора щелочи и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок	6	2
	68-73	Лабораторная работа «Определение содержания щелочи и соды при совместном присутствии»	6	2
	74-78	Лабораторная работа «Определение содержания аммиака в солях аммония способом обратного титрования»	6	2
	79-86	Лабораторная работа «Определение оксида кальция в известняке методом перманганатометрии»	8	2
	87-91	Лабораторная работа «Иодометрическое определение Fe ₂ O ₃ в силикатных материалах»	5	2
	92-96	Практическая работа: Решение расчетных задач	5	2
	Самостоятельная работа:		5	
3 курс 6 семестр				
Раздел 2. Физико-химические методы анализа			216	
Тема 2.1 Основные приемы определения и расчета концентрации	Содержание учебного материала			
	97-101	Особенности и область применения физико-химических методов анализа. Предел обнаружения физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал. Достоинства использования физико-химических методов анализа. Дистанционный анализ. Недеструктивный анализ. Локальный анализ. Погрешность методов. Классификация физико-химических методов анализа. Оптические методы. Электрохимические методы. Хроматографические методы.	4	2
	102-105	Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа. Метод прямых измерений. Интенсивность аналитического сигнала. Градуировочная характеристика. Метод градуировочного графика. Метод молярного свойства. Метод добавок. Метод косвенных измерений. Кривые титрования.	4	2

Тема 2.2 Методы разделения и концентрирования	Самостоятельная работа:		6	
	106-107	Основные понятия: процесс разделения, процесс концентрирования, компоненты системы, химическое разделение, маскирование, процессы распределение и перемещения. Относительное концентрирование. Индивидуальное концентрирование. Групповое концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Классификация методов разделения и концентрирования.	2	2
	108-109	Методы разделения, основанные на образовании новой фазы: осаждение, методы испарения. Методы разделения, основанные на различиях в распределении веществ между фазами: соосаждение, сорбционные методы, экстракционные методы. Выбор метода концентрирования и разделения.	2	2
	110-113	Практическая работа «Методы разделения и концентрирования»	4	3
	Самостоятельная работа:		5	
Тема 2.3 Спектроскопические методы анализа.	Содержание учебного материала			
	114-117	Сущность спектроскопических методов анализа. Спектры испускания, поглощения. Природа света. Происхождение спектров. Переходы между энергетическими уровнями частицы и спектры ее пропускания и поглощения. Области электронных волн. Типы энергетических уровней и переходов. Интенсивность спектральных линий. Ширина спектральной линии. Структура атомных и молекулярных спектров. Электронная, вращательная, колебательная энергия. Графическое представление спектров. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Пропускание. Молярный коэффициент поглощения.	4	2
	118-120	Атомная спектроскопия. Классификация основных методов атомной спектроскопии: атомно-эмиссионный, атомно-флуорисцентный, атомно-абсорбционный, рентгеноэмиссионный, рентгенофлуорисцентный, рентгеноабсорбционный, оже-электронный методы. Процессы, лежащие в основе методов, узлы приборов. Применение атомной спектроскопии.	3	2
	121-123	Молекулярная спектроскопия. Классификация методов: визуальная колориметрия, адсорбционная спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, молекулярная люминесценция, нефелометрия, турбидиметрия, спектроскопия диффузионного отражения, оптико-акустическая спектроскопия, термолинзовая спектроскопия. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой областях. Основной закон светопоглощения и условия его применения. Оптическая плотность и ее физический смысл. Коэффициент поглощения. Закон аддитивности светопоглощения. Интен-	3	2

		сивность поглощения. Фотохимические реакции. Дифференциальный способ спектрофотометрических измерений. Анализ многокомпонентных систем.		
	124-126	Основные узлы спектрофотометрических приборов. Источник света. Монохроматизаторы. Приемники света. Качественный фотометрический анализ. Количественный фотометрический анализ. Правила работы на фотометре и спектрофотометре. Построение градуировочного графика. Оптимальные условия фотометрического определения. Длина волны. Оптическая плотность. Толщина светопоглощающего слоя. Метрологические характеристики метода. Оформление результатов фотометрических определений в лабораторном журнале.	3	2
	127-130	Лабораторная работа 1 «Определение содержания меди в растворе визуальнокolorиметрическим методом»	4	2
	131-134	Лабораторная работа 2 «Фотометрическое определение содержания железа методом добавок»	4	2
	135-138	Лабораторная работа 3 «Выбор толщины поглощающего слоя»	4	2
	139-142	Лабораторная работа 4 «Определение меди (II) в растворах солей спектрофотометрическим методом»	4	2
	143-146	Лабораторная работа 5 «Определение концентрации хлорид-ионов турбидиметрическим методом»	4	2
	147-150	Лабораторная работа 6 «Фотометрическое определение железа (III) в силикатных материалах методом стандартов»	4	2
	151-154	Лабораторная работа 7 «Фотометрическое определение марганца и хрома при совместном присутствии в растворе»	4	2
	155-158	Лабораторная работа 8 «Определение концентрации общего железа в воде фотометрическим методом с применением сульфосалициловой кислоты»	4	2
	159-162	Лабораторная работа 9 «Фотометрическое определение алюминия в силикатных материалах методом калибровочного графика»	4	2
	163-166	Практическая работа «Расчет концентрации в спектрофотометрическом методе анализа методом малярного коэффициента»	4	2
	167-170	Практическая работа «Расчет концентрации вещества методом добавок»	4	2
	171-174	Практическая работа «Расчет концентрации вещества методом сравнения со стандартом»	4	2
	175-180	Практическая работа «Расчет концентрации вещества методом градуировочного графика»	6	2

		Самостоятельная работа:	6	
Тема 2.6 Рефрактометрия и поляриметрия	Содержание учебного материала			
	181-183	Показатель преломления и полное внутреннее отражение. Закон преломления. Аддитивность молярных рефракций. Принципиальная схема рефрактометра. Приборы для определения показателя преломления. Подготовка прибора к работе. Применение метода. Проведение измерения показателя преломления. Определение фактора показателя преломления. Определение массовой доли сахарозы в растворе. Метрологические характеристики метода. Оформление результатов рефрактометрических определений. Расчет температурной поправки. Поперечная волна, поляризаторы. Плоскополяризованный луч. Понятие об оптически активных веществах, вращение плоскости поляризации. Сущность поляриметрического метода анализа, приборы и область его применения.	3	2
	184-187	Лабораторная работа 10 «Определение состава бинарного раствора рефрактометрическим методом»	4	2
	188-191	Лабораторная работа 11 «Определение фактора показателя преломления раствора хлорида натрия»	4	2
	192-195	Лабораторная работа 12 «Определение концентрации глицерина в растворах рефрактометрическим методом»	4	2
	196-199	Практическая работа «Определение концентрации веществ рефрактометрическим методом»	4	2
	Самостоятельная работа:		5	
Тема 2.7 Электрохимические методы анализа	Содержание учебного материала			
	200-203	Прямые и косвенные электрохимические методы. Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. Ячейки без жидкостного соединения и с жидкостным соединением. Диффузионный потенциал. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Хлорсеребряный и каломельный электроды.	4	2
	204-207	Потенциометрические методы анализа. Ионметрия. Электроды второго рода. Электроды первого рода. Металлические и мембранные ионоселективные электроды. Электродная функция. Крутизна. Коэффициент селективности. Время отклика. Приборы и техника измерений. Подготовка приборов и электродов к работе. Прямая потенциометрия. Измерение окислительно-восстановительного потенциала. Измерение pH. Стекланный электрод. Ионоселективные электроды. Твердые ионоселективные электроды. Жид-	4	2

		костные ионоселективные электроды. Метод градуировочного графика. Потенциометрическое титрование. Кривые потенциометрического титрования. Автоматическое титрование. Практическое применение метода. Метрологические характеристики метода. Ведение карты калибровки рН-метра. Оформление результатов потенциометрических определений.		
	208-210	Вольтамперометрические методы анализа. Постояннотоковая полярография. Полярографическая ячейка. Ртутно-капающий электрод. Полярограмма и ее характерные участки. Предельный и остаточный токи. Параметры полярографической кривой. Основные стадии электродного процесса. Количественный анализ в полярографии: метод стандартных растворов, метод градуировочного графика, метод стандартных добавок. Метрологические характеристики полярографию. Вольтамперометрия. Прямые, косвенные и инверсионные методы вольтамперометрии. Применяемые электроды. Область применения вольтамперометрии.	3	2
	211-212	Кулонометрические методы анализа. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия. Установка для потенциометрической кулонометрии. Метрологические характеристики прямой кулонометрии. Гальваническая прямая кулонометрия. Потенциометрическая кулонометрия. Косвенная кулонометрия. Вольтамперные кривые кулонометрического титрования. Схема установки для кулонометрического титрования. Кулонометрические методы титрования генерированными окислителями и восстановителями.	2	2
	213-214	Кондуктометрический анализ. Теоретические основы метода. Электрическая проводимость растворов. Удельная электрическая проводимость. Эквивалентная электрическая проводимость. Электролит в поле тока высокой частоты. Схема установки для определения электрической проводимости. Мостик Уитсона. Ячейки для кондуктометрического титрования. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое определение физико-химических свойств и характеристик веществ. Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное титрование. Практическое применение метода. Метрологические характеристики метода.	2	2
	215-218	Лабораторная работа 13 «Градуировка рН-метра и определение рН дистиллированной воды»	4	2
	219-223	Лабораторная работа 14 Кондуктометрическое определение содержания растворимых солей в строительных материалах	5	2
	224-227	Лабораторная работа 15 «Определение электропроводности дистиллированной и	4	2

		водопроводной воды»		
	228-231	Лабораторная работа 16 Определение концентрации кислоты методом кулонометрии при постоянном токе	4	2
	232-235	Практическое занятие «Определение концентрации вещества вольтамперометрическим методом анализа»	4	2
	236-239	Практическое занятие «Потенциометрические методы анализа»	4	2
	Самостоятельная работа		6	
Тема 2.5 Хроматографический анализ	Содержание учебного материала			
	240-242	Теоретические основы метода. Адсорбция вещества. Понятие подвижной и неподвижной фазы. Качественный и количественный хроматографический анализ. Классификация методов хроматографии по агрегатному состоянию фаз. Элюэнтная и вытеснительная хроматография. Хроматографический пик и элюэционные характеристики. Хроматограмма. Количественные характеристики хроматографии. Константа распределения Нернста. Время удерживания. Фазовое отношение. Исправленное время удерживания. Коэффициент селективности. Число теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Критерий разделения. Оценка эффективности и селективности хроматографического разделения. Хроматографический пик. Качественный хроматографический анализ. Количественный хроматографический анализ. Метод нормировок, метод внешнего стандарта, метод внутреннего стандарта.	3	2
	243-245	Газовая хроматография. Газожидкостная хроматография. Схема хроматографической установки. Хроматографические колонки. Применяемые жидкие фазы. Основные узлы приборов газовой хроматографии. Газоадсорбционная хроматография. Основные адсорбенты. Детекторы газовой хроматографии: детектор по теплопроводности газа, ионизационные детекторы, электронно-захватный детектор, пламенно-фотометрический детектор, атомно-эмиссионный детектор, масс-спектрометрический детектор.	3	2
	246-247	Жидкостная хроматография. Область применения. Схема жидкостного хроматографа. Детекторы: дифференциальный рефрактометр, флуориметрический детектор, кондуктометрический детектор, электрохимический детектор, масс-спектрометрический детектор. Типы сорбентов. Жидкостно-адсорбционная хроматография. Жидкостно-жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография и применяемые элюэнты. Ионообменная хроматогра-	2	2

		фия. Типы катионообменников и анионообменников. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография. Хроматограммы в ионообменной хроматографии. Ионообменные смолы. Лигандообменная хроматография. Эксклюзионная хроматография. Планарная хроматография: бумажная и тонкослойная хроматография. Типы пластин для планарной хроматографии. Применение планарной хроматографии.		
	248-251	Лабораторная работа 17 «Разделение красителей на бумаге»	4	2
	252-257	Лабораторная работа 18 «Определение концентрации ионов кальция методом ионообменной хроматографии»	6	2
	258-263	Лабораторная работа 19 «Определение динамической обменной емкости и полной обменной емкости катионообменников»	6	2
	264-269	Лабораторная работа 20 «Определение общей обменной емкости глин»	6	2
	270-273	Практическая работа «Хроматографические методы анализа"	4	2
	Самостоятельная работа		6	
Итого			318	
Учебная практика по модулю Техника лабораторных работ Виды работ: 1. Изучение требований охраны труда и техники безопасности в химической лаборатории. 2. Изучение химической посуды, лабораторного оборудования, нагревательных приборов. 3. Изучение и применение химических и механических способов очистки химической посуды. 4. Отработка основных лабораторных операций: нагревание, осаждение, фильтрование, возгонка, перегонка, экстракция, взвешивание. 5. Приготовление растворов различной концентрации. 6. Определение плотности растворов.			180	
Производственная практика по модулю Виды работ: 1. Проведение анализа, аналитический цикл. Постановка аналитической задачи. Отбор проб. Гомогенизация пробы и ее сокращения. Обработка сокращенной пробы. Представление результатов анализа. Обеспечение качества анализа и основные методы количественного анализа. Выбор метода анализа реального объекта. 2. Использование ЭВМ в аналитической химии. Применение математических методов в практике работы химико-аналитических лабораторий. Работа с автоматизированными приборами, системами и комплексами. Осуществление			108	

<p>пробоотбора и пробоподготовки объекта к анализу. Определение концентрации вещества в реальном объекте. Математическая обработка результатов анализа. Вычисление концентраций любым методом (методом сравнения, добавок, установления градуировочной зависимости). Оформление документации.</p> <p>3. Применение основных методов разделения и концентрирования. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения.</p> <p>4. Определение количества хлорида натрия в растворе. Метод осаждения. Определение массы кальция(II) в растворе. Определение массовой доли железа в растворимых солях железа(II) и железа(III). Определение массы серной кислоты в растворе. Выполнение качественного анализа.</p> <p>5. Изучение экстракционных процессов и типов экстракционных систем. Разделение элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменения pH водной фазы, маскирования и демаскирования.</p> <p>6. Исследование объектов окружающей среды: воздуха, природных и сточных вод, почв, донных отложений. Анализ биологических и медицинских объектов. Определение нитрат ионов в сточных водах. Определение жиров и масел в сточных водах. Гравиметрический метод определения общего фосфора. Определение летучих фенолов в сточных водах</p> <p>7. Оценка приемлемости результатов измерений. Представление результатов измерений. Ведение лабораторного журнала. Проверка приемлемости результатов измерений, в условиях повторяемости для разных случаев. Знакомство с алгоритмом оперативного контроля повторяемости результатов контрольных измерений, процедуры анализа в условиях лаборатории и оперативного контроля точности результатов измерений с использованием образцов для контроля.</p>	
Всего	628

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к материально-техническому обеспечению

№	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)
1	Лаборатория аналитического контроля для проведения лабораторных занятий: водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ; муфельная печь; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15, фотоэлектроколориметры КФК-2М, КФК-3М, ФЭК-56М; анализатор «ЭКОТЕСТ-01»; аквадистиллятор АДЭ-15; спектрофотометр; мост переменного тока; потенциометр ИВ-79; ПЭВМ Р-133; центрифуги ЛЗ-418, ЦЛС-31М; шкаф сушильный LF-404; электролизеры лабораторные ЕР-4; весы ВЛКТ-500; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; рефрактометр ИРВ-454БМ.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК 2 № 308, 48,2 кв. м, этаж 3, помещение 21
2	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы Библиотека: специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, Библиотека № 303, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 9
3	Учебный кабинет проведения индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля: специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.	308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, УК 2 № 327, 83,1 кв. м, этаж 3, помещение 7

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023 г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную производственную практику, которая может проводится концентрированно или рассредоточенно. Часть производственной практики в рамках ПМ 02 проводится в структурных подразделениях химических производств.

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные печатные издания

1. Александрова, Э.А. Аналитическая химия: В 2-х кн. Кн.1 Химические методы анализа: учебник и практикум / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. – Москва: Юрайт, 2020. – 537 с.
2. Александрова, Э.А. Аналитическая химия: В 2-х кн. Кн.2 Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для СПО / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. – Москва: Юрайт, 2020. – 359 с.
3. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 2-е изд. – Москва: БИНОМ: Лаборатория Знаний, 2020. – 678 с.
4. Аналитическая химия: учебник / Ю.М. Глубоков [и др.]; под ред. А.А. Ищенко. – Москва: Академия, 2021. – 480 с.
5. Борисов, А.Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе: учебник и практикум / А.Н. Борисов, И.Ю. Тихомирова. – Москва: Юрайт, 2021. – 146 с.
6. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Практикум: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 428 с.
7. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 542 с.

8. Подкорытов, А.Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование: учеб. пособие / А.Л. Подкорытов, Л.К. Неудачина, С.А. Штин. – Москва: Юрайт, 2021. – 60 с.
9. Пустовалова, Л. М. Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ / Л. М. Пустовалова. – Ростов н/Д: Феникс, 2021. – 300 с.
10. Терещенко, А. Г. Внутрिलाбораторный контроль качества результатов анализа с использованием лабораторной информационной системы / А. Г. Терещенко. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 312 с.
11. Хаханина, Т. И. Аналитическая химия: учебник и практикум для СПО / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина. – Москва: Юрайт, 2021. – 278 с.

Основные электронные издания

1. [Аналитическая химия: справочник для СПО / составители И. В. Миронов \[и др.\]. – Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 150 с. – ISBN 978-5-4488-0791-6, 978-5-4497-0452-8. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование: \[сайт\]. – URL: <https://profspo.ru/books/96009>](https://profspo.ru/books/96009)
2. Аналитическая химия: практикум для СПО / Е. В. Лидер, С. Н. Воробьева, М. Б. Бушуев [и др.]. – Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 76 с. – ISBN 978-5-4488-0775-6, 978-5-4497-0441-2. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование: [сайт]. – URL: <https://profspo.ru/books/96010>
3. [Аналитическая химия: учебное пособие для СПО / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков. – Саратов: Профобразование, 2019. – 161 с. – ISBN 978-5-4488-0373-4. – Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование: \[сайт\]. – URL: <https://profspo.ru/books/87269>](https://profspo.ru/books/87269)
4. Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа: Практикум / В. Д. Вало́ва (Копылова), Л. Т. Абесадзе. – Москва: Дашков и К, 2016. – 224 с. – ISBN 978-5-394-01751-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/72385> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2017. – 206 с.: ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-006615-8. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/520527> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: по подписке.
6. Карпов, Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки: учебное пособие / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. – 4-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 246 с. – ISBN 978-5-00101-717-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/135503> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Лесс, В. Р. Практическое руководство для лаборатории. Специальные методы: Пер. с нем. / В.Р. Лесс, С. Экхардт, М. Кеттнер; Под ред. И.Г. Зенкевича и др. – Санкт-Петербург: ЦОП "Профессия", 2011. – 472 с. ISBN 978-5-91884-025-2, 500 экз. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/348580> (дата обращения: 07.11.2021). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительные источники

1. ГОСТ 31954-2012. Вода питьевая. Методы определения жесткости. Методы анализа.
2. ГОСТ 14870-77. Продукты химические. Методы определения воды. Методы анализа.
3. ГОСТ 25794.1-83. Реактивы. Методы приготовления титрованных растворов для кислотно-основного титрования.
4. Волков, А. И. Справочник по лабораторной химии / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск: Современная школа (Букмастер) Интерпрессервис, 2016. – 256 с.
5. Гайдукова, Б. М. Техника и технология лабораторных работ: учебное пособие для спо / Б. М. Гайдукова. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 128 с. – ISBN 978-5-8114-7448-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160128> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Завертаная, Е.И. Управление качеством в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний: учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.И. Завертаная. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 307 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-9916-9502-2. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/471896> (дата обращения: 07.11.2021).
7. Латышенко, К.П. Метрология и измерительная техника. Лабораторный практикум: учебное пособие для среднего профессионального образования / К.П. Латышенко, С.А. Гарелина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 186 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-07352-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/471227> (дата обращения: 07.11.2021).
8. Справочник по аналитической химии / А. И. Волков, И. М. Жарский. – Минск: Книжный дом. – 2015. – 320 с.
9. Справочник по химии: учебное пособие / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова, Л. В. Юмашева. – Москва: Проспект. – 2017. – 160 с.

Базы данных, Интернет-ресурсы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Аналитическая химия. Учебное пособие <http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/>
2. Аналитическая химия. Учебник для техникумов (Шапиро С.А., Шапиро М.А.) <http://bookre.org/reader?file=484423>

4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Обязательным условием допуска к производственной практике (по профилю специальности) в рамках профессионального модуля **«Проведение качественных и количественных анализов природных и промышленных материалов с применением химических и физико-химических методов анализа»** является освоение учебной практики для получения первичных профессиональных навыков.

Учебные занятия, как правило, проводятся в виде лекций, консультаций, семинаров, практических и лабораторных занятий, контрольных и самостоятельных работ, коллоквиумов и т.д. Технологии проведения учебных занятий определяются многими факторами. С точки зрения управления образовательным процессом, выбор технологий опреде-

ляется каждым преподавателем самостоятельно. Также в процессе обучения могут активно использоваться интенсивные методы преподавания, которые включают в себя деловые и ролевые игры, учебные ситуации, психологические тесты и упражнения, групповое решение практических примеров и задач. Все деловые игры направлены на развитие коммуникативных умений, снятие психологических барьеров, этой цели также служат практические упражнения в Т-группах. В процессе игры студенты учатся принимать единое решение, работать в коллективе, слушать окружающих и быть услышанными. При подготовке к итоговой аттестации по модулю организуется проведение консультаций.

4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих обучение по междисциплинарному курсу: наличие высшего профессионального образования, соответствующего профилю модуля **«Проведение качественных и количественных анализов природных и промышленных материалов с применением химических и физико-химических методов анализа»** и специальности среднего профессионального образования **18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений**.

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих руководство практикой: высшее профессиональное образование, соответствующее профилю модуля.

Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение профессионального модуля. Эти преподаватели должны проходить стажировку в профильных организациях не реже 1 раза в 3 года.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Образовательное учреждение, реализующее подготовку по программе профессионального модуля, обеспечивает организацию и проведение текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль проводится преподавателем в процессе обучения. Обучение по профессиональному модулю завершается промежуточной аттестацией, которую проводит экзаменационная комиссия. В состав экзаменационной комиссии могут входить представители общественных организаций обучающихся. Формы и методы текущего и итогового контроля по профессиональному модулю самостоятельно разрабатываются образовательным учреждением и доводятся до сведения обучающихся не позднее двух месяцев от начала обучения. Для текущего и итогового контроля образовательными учреждениями создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки (табл. 1).

Таблица 1. Показатели контроля и оценки результатов освоения ПМ

Результаты (освоенные профессиональные и общие компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
ПК 1.1 Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности.	Оценивание соответствия методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности	Собеседование Экспертное наблюдение выполнения практических работ на практических и лабораторных занятиях, учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов
ПК 1.2 Выбирать оптимальные методы анализа.	Оценивание процесса выбора оптимальных методов исследования	Тестирование Экспертное наблюдение выполнения практических работ на практических и лабораторных занятиях, учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов
ПК 1.3 Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа	Оценивание процесса выполнения химических и физико-химических анализов; приготовление реагентов, материалов и растворов, необходимых для проведения анализа	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на практических и лабораторных занятиях, учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов
ПК 1.4 Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм	Оценивание процесса выполнения работ с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.	Экспертное наблюдение выполнения практических работ на практических и лабораторных занятиях, учебной и производственной практиках: оценка процесса оценка результатов

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой (табл. 2). На этапе промежуточной аттестации по медиане качественных оценок индивидуальных образовательных достижений экзаменационной комиссией определяется интегральная оценка осво-

енных обучающимися профессиональных и общих компетенций как результатов освоения профессионального модуля.

Таблица 2. Показатели оценки достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90–100	5	отлично
80–89	4	хорошо
70–79	3	удовлетворительно
Менее 70	2	неудовлетворительно