

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

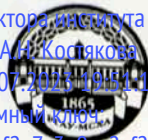
ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н.Костякова

Дата подписания: 15.07.2021 11:16

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3abce2cf217be1e29



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института мелиорации,
водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.09 ХИМИЯ

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленности: Безопасность технологических процессов и производств, Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы

Курс 1

Семестр 1, 2

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021

Москва, 2021

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	9
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	21
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	22
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	22
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	22
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	22
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	22
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	22
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	23
Виды и формы отработки пропущенных занятий	24
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	24

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.09 «Химия»

для подготовки бакалавра по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность», направленности «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы»

Цель освоения дисциплины: формирование базовых знаний о фундаментальных законах, закономерностях и основных методах физико-химической науки, что позволит студентам систематизировать знания важнейших теоретических обобщений химии; глубже понять явления природы, механизмы химических и физико-химических процессов, протекающих в природе и живых организмах, принципы химической технологии и пути модификации существующих технологий с учетом требований охраны окружающей среды.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-8.3, ОПК-1.3.

Краткое содержание дисциплины: строение атома и вещества, основные законы химии, общие закономерности химических процессов, растворы, способы выражения состава растворов, равновесия в растворах электролитов, окислительно-восстановительные процессы, электрохимические процессы.

Общая трудоемкость дисциплины: 288 часов (8 зач. ед.) / 0 часов (0 зач. ед.).

Промежуточный контроль: экзамен.

Ведущие преподаватели: Коноплев В.Е., доцент.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины – получение знаний по химии, обеспечивающей основу подготовки бакалавра, достаточной для решения производственно-технологических, организационно-управленческих, научно-исследовательских и проектных задач, в том числе по созданию веществ и материалов с заданными свойствами.

Задачами дисциплины является:

- ознакомление студентов с основными положениями общей, неорганической химии, аналитической химии, и физической и органической химии;
- научить студентов пользоваться для конкретных целей теми знаниями, которые они приобретают в ходе изучения фундаментальных наук, других общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- повысить уровень профессиональной компетентности студентов посредством установления системы межпредметных связей содержания курса с содержанием профилирующих дисциплин.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Химия» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, в цикл дисциплин базовой части. Реализация в дисциплине «Химия» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО осуществляется в соответствии с Учебным планом по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (направленности «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы»).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Химия» являются: «Высшая математика».

Курс «Химия» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: «Теория горения и взрыва», «Опасные природные процессы», «Физиология человека», «Медико-биологические основы безопасности», «Радиационная и химическая защита». Особенностью дисциплины является ее направленность на реализацию студентами полученных знаний в практической деятельности, формировании современного мировоззрения о процессах, постоянно и периодически происходящих в объектах техносферы, на основе современных

знаний и законов химии, понимании возможностей и механизмов влияния (управления) на процессы (реакции), протекающие в окружающей среде.

Особенностью дисциплины «Химия» является то, что в небольшом по объему курсе необходимо освоить сведения из многих отраслей, таких как общая, неорганическая, аналитическая, физическая и коллоидная химия.

Рабочая программа дисциплины «Химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатываются индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-8.3	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	Владеть методами прогнозирования возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера и навыками поддержания безопасных условий жизнедеятельности	основные механизмы воздействия окружающей среды на человека, факторы воздействия	определять показатели организма человека, рассчитывать воздействие опасных и вредных факторов с учётом их экспозиции	навыками обработки информации и моделирования сложных процессов, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций
2.	ОПК-1.3	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	Владение техникой и технологиями в области техносферной безопасности с учетом современных тенденций их развития.	Знать основной круг проблем (задач), встречающихся в технических и естественных науках и основные новые способы (методы) их решения	находить (выбирать) наиболее эффективные и новые (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в исследуемой области	навыками использования теоретических основ базовых разделов математики, естественнонаучных и экономических дисциплин при решении профессиональных задач

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. (288 часов), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№1	№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288	144	144
1. Контактная работа:	122,8	52,4	70,4
Аудиторная работа	122,8	52,4	70,4
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	50	16	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	68	34	34
<i>консультации перед экзаменом</i>	4	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,8	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	165,2	91,6	73,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	98	58	40
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	67,2	33,6	33,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. «Основные понятия и законы химии. Модели химических систем»	15	2	5		8
Раздел 2. «Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома»	15	2	5		8
Раздел 3. «Химическая связь и строение молекул»	15	2	5		8
Раздел 4. «Вода. Растворы»	15	2	5		8
Раздел 5. «Водные растворы электролитов»	15	2	5		8
Раздел 6. «Окислительно-восстановительные процессы»	15	2	5		8
Раздел 7. «Классы неорганических соединений»	18	4	4		10
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4			0,4	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6				33,6
Всего за 1 семестр	144	16	34	2,4	91,6
Раздел 1. «Основы химической термодинамики»	16	5	5		6
Раздел 2. «Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах.»	16	5	5		6
Раздел 3. «Поверхностные явления»	16	5	5		6

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 4. «Хроматография»	16	5	5		6
Раздел 5. «Экстракция»	16	5	5		6
Раздел 6. «Оптические методы анализа»	16	5	5		6
Раздел 7. «Металлы и сплавы. Электрохимические процессы»	12	4	4		4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4			0,4	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	33,6				33,6
Всего за 2 семестр	144	34	34	2,4	73,6
Итого по дисциплине	288	50	68	4,8	165,2

1 семестр

Раздел 1. «Основные понятия и законы химии»

Предмет химии. Атомно-молекулярное учение. Основные стехиометрические законы химии. Термохимические законы. Термодинамические величины. Энтропия и энергия Гиббса. *Расчеты термодинамических характеристик.*

Раздел 2. «Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома»

Теория строения атома. Современная модель состояния электрона в атоме. Электронные оболочки атомов. Квантовые числа. Порядок заполнения электронных уровней. Принцип Паули. Правило Гунда. Правило Клечковского. Типы орбиталей. Свойства свободных атомов. Периодический закон Д. И. Менделеева в свете современной теории строения атомов.

Раздел 3. «Химическая связь и строение молекул»

Типы химических связей. Тип связи и свойства веществ. Строение молекул. Химическая связь и валентность. Межмолекулярное взаимодействие.

Раздел 4. «Вода. Растворы»

Общие понятия о растворах. Способы выражения количественного состава растворов. Вода и ее свойства. Свойства разбавленных растворов. Осмос. Закон Вант-Гоффа. Законы Рауля.

Раздел 5. «Водные растворы электролитов»

Теория электролитической диссоциации, Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Водородный показатель. Гидролиз солей.

Раздел 6. «Окислительно-восстановительные процессы»

Теория окислительно-восстановительных реакций. Методы составления уравнений ОВР. Влияние среды на характер реакции. *Направление протекания ОВР.* ЭДС процессов.

Раздел 7. «Классы неорганических соединений»

Оксиды. Кислоты. Основания. Соли средние, кислых, основные, двойные и комплексные.

2 семестр

Раздел 1. «Основы химической термодинамики»

Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Энтропия. Второй закон термодинамики. Энергия Гиббса. Константа равновесия. Третий закон термодинамики. *Расчет термодинамических характеристик.* Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.

Раздел 2. «Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах»

Скорость реакций. Основной закон кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры, катализаторов. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье.

Раздел 3. «Поверхностные явления»

Поверхностное натяжение. Смачивание твердых тел жидкостями. Адсорбция на границе раздела фаз. Очистка объектов от вредных компонентов. Уравнение Гиббса для адсорбции.

Раздел 4. «Хроматография»

Хроматография. Виды хроматографии. Применение.

Раздел 5. «Экстракция»

Фазовые равновесия в системе жидкость-жидкость. Степень извлечения, коэффициент распределения. Виды экстракции. Применение.

Раздел 6. «Оптические методы анализа»

Законы светопоглощения. Колориметрия. Фотоколориметрия. Спектрофотометрия. Методы определения концентрации вещества.

Раздел 7. «Металлы и сплавы. Электрохимические процессы»

Металлы. Внутреннее строение. Сплавы: типы, свойства, применение. Гальванические элементы. Электродный потенциал. Коррозия металлов. Защита от коррозии. Электролиз.

4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

1 семестр

№ п/п	Название раздела	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. (Основные понятия и законы химии)				7
	Тема 1. (Основные понятия и законы химии)	Лекция № 1 (Основные понятия и законы химии)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа № 1. (Основные понятия и законы химии)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5
2.	Раздел 2. (Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома)				7
	Тема 1. (Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома)	Лекция №2 (Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа №2 (Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5
3.	Раздел 3. (Химическая связь и строение молекул)				7
	Тема 1. (Химическая связь и строение молекул)	Лекция №3 (Химическая связь и строение молекул)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа №3 (Химическая связь и строение молекул)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5
4.	Раздел 4. (Вода. Растворы)				7
	Тема 1. (Вода. Растворы)	Лекция №4 (Вода. Растворы)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа №4	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5

№ п/п	Название раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		(Вода. Растворы)		та	
5.	Раздел 5. (Водные растворы электролитов)				7
	Тема 1. (Водные растворы электролитов)	Лекция №5 (Водные растворы электролитов)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа №5 (Водные растворы электролитов)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5
6.	Раздел 6. (Окислительно-восстановительные процессы)				7
	Тема 1. (Окислительно-восстановительные процессы)	Лекция №6 (Окислительно-восстановительные процессы)	УК-8.3, ОПК-1.3		2
		Практическая работа №6 (Окислительно-восстановительные процессы)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	5
7.	Раздел 7. (Классы неорганических соединений)				8
	Тема 1. (Классы неорганических соединений)	Лекция №7 (Классы неорганических соединений)	УК-8.3, ОПК-1.3		4
		Практическая работа №7 (Идентификация неизвестного вещества)	УК-8.3, ОПК-1.3	тестирование, проверка отчета	4

2 семестр

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1. (Основы химической термодинамики)				10
	Тема 1. (Основы химической термодинамики)	Лекция № 1 (Основы химической термодинамики)	УК-8.3, ОПК-1.3		5
		Практическая работа № 1 (Основы химической термодинамики)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
2.	Раздел 2. (Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах)				10
	Тема 1. (Химическая кинетика)	Лекция №2 (Химическая кинетика)	УК-8.3, ОПК-1.3		5

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	тика и равновесие в гомогенных системах)	тика и равновесие в гомогенных системах)			
		Практическая работа №2 (Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
3.	Раздел 3. (Поверхностные явления)				10
	Тема 1. (Поверхностные явления)	Лекция №3 (Поверхностные явления)	УК-8.3, ОПК-1.3		5
		Практическая работа №3 (Поверхностные явления)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
4.	Раздел 4. (Хроматография)				10
	Тема 1. (Хроматография)	Лекция №4 (Хроматография)	УК-8.3, ОПК-1.3		5
		Практическая работа №4 (Хроматография)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
5.	Раздел 5. (Экстракция)				10
	Тема 1. (Экстракция)	Лекция №5 (Экстракция)	УК-8.3, ОПК-1.3		5
		Практическая работа №5 (Экстракция)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
6.	Раздел 6. (Оптические методы анализа)				10
	Тема 1. (Оптические методы анализа)	Лекция №6 (Оптические методы анализа)	УК-8.3, ОПК-1.3		5
		Практическая работа №6 (Оптические методы анализа)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	5
7.	Раздел 7. (Металлы и сплавы. Электрохимические процессы)				8
	Тема 1. (Металлы и сплавы. Электрохимические процессы)	Лекция №7 (Металлы и сплавы. Электрохимические процессы)	УК-8.3, ОПК-1.3		4
		Практическая работа №7 (Металлы и сплавы. Электрохимические процессы)	УК-8.3, ОПК-1.3	проверка отчета, тестирование	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

1 семестр

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Основные понятия и законы химии		
1.	Тема 1. Основные понятия и законы химии	Закон эквивалентов. Закон постоянства состава. Закон сохранения массы (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 2 Строение атома. Периодический закон		
2.	Тема 1. Строение атома. Периодический закон	Квантовые числа. Периодический закон (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 3 Химическая связь и строение молекул		
3.	Тема 1. Химическая связь и строение молекул	Ковалентная, ионная связи. Координационная связь (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 4 Вода. Растворы		
4.	Тема 1. Вода. Растворы	Способы выражения состава раствора (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 5 Водные растворы электролитов		
5.	Тема 1. Водные растворы электролитов	Гидролиз солей (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 6 Окислительно-восстановительные процессы		
6	Тема 1. Окислительно-восстановительные процессы	Методы составления уравнений ОВР (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 7 Классы неорганических соединений		
7	Тема 1. Классы неорганических соединений	Оксиды. Кислоты. Основания. Соли средние, кислых, основные, двойные и комплексные (УК-8.3, ОПК-1.3)

2 семестр

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 Основы химической термодинамики		
1.	Тема 1. Основы химической термодинамики	Фазовые равновесия. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 2 Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах		
2.	Тема 1. Химическая кинетика и равновесие в гомогенных системах	Скорость реакций. Основной закон кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры, катализаторов (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 3 Поверхностные явления		
3.	Тема 1. Поверхностные явления	Очистка объектов от вредных компонентов. Уравнение Гиббса для адсорбции (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 4 Хроматография		
4.	Тема 1. Хроматография	Хроматография. Виды хроматографии. Применение (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 5 Экстракция		
5.	Тема 1. Экстракция	Степень извлечения, коэффициент распределения. Виды экстракции. Применение (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 6 Оптические методы анализа		
6.	Тема 1. Оптические методы анализа	Фотоколориметрия. Спектрофотометрия. Методы определения концентрации вещества (УК-8.3, ОПК-1.3)
Раздел 7 Металлы и сплавы. Электрохимические процессы		
7.	Тема 1. Металлы и сплавы. Электрохими-	Сплавы: типы, свойства, применение. Гальванические элементы. Электродный потенциал. Коррозия металлов. Защи-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ческие процессы	та от коррозии. Электролиз (УК-8.3, ОПК-1.3)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Идентификация неизвестного вещества	ПЗ метод работы в малых группах (результат работы студенческих исследовательских групп)

Лабораторная работа «Идентификация неизвестного вещества»

Цель: определить с помощью аналитических реакций вещество, находящееся в выданном для исследования образце.

Оборудование: пробирки, химические реактивы, центрифуга, водяная баня.

Ход занятия

I. Организационный момент

Приветствие, проверка готовности группы к занятию, создание рабочей обстановки в группе, распределение студентов по малым группам.

II. Создание проблемной ситуации (озвучивание задания)

Задание: идентифицировать неизвестное вещество.

Выполнить работу: а) в строгом соответствии с алгоритмом действий; б) найти самостоятельные, нестандартные пути решения поставленной задачи.

III. Первый этап: выполнения работы в строгом соответствии с алгоритмом.

Алгоритм выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности при работе с кислотами и щелочами.

2. Изучить содержание методички, последовательность выполнения эксперимента.

3. Подготовить необходимые приборы и реактивы для выполнения анализа.

4. Выполнить действия в строгом соответствии с алгоритмом.

а) Предварительные испытания: исследовать полученный образец с помощью индикатора, по изменению окраски индикатора сделать предположения о возможном классе веществ (если среда кислая, то, возможно, это кислота или соль, образованная слабым основанием и сильной кислотой; если среда щелочная, то данный образец либо щелочь, либо соль, образованная сильным основанием и слабой кислотой. В зависимости от полученного результата ход дальнейшего анализа будет несколько различаться.)

2) Систематический анализ обнаружения катиона: прилить к пробе с индикатором щелочь и посмотреть на происходящие изменения. Если раствор обесцветился, то исследуемое вещество – кислота, если выпал осадок или (часто при нагревании) появился резкий запах аммиака – соль.

3) Систематический анализ обнаружения аниона: прилить раствор нитрата серебра, если выпадает белый творожистый осадок, который не растворим в кислотах, но растворим в NH_4OH , то исследуемое вещество – соляная кислота, если изменений не происходит, продолжить исследование образца; прилить раствор хлорида бария, если выпадает белый кристаллический осадок, который не растворим в кислотах и щелочах, то исследуемое вещество – серная кислота.

4) Сделать выводы по проведенной работе.

Степень сформированности компетенции определяется выставлением баллов за каждое выполненное действие:

Правильность подбора оборудования

Правильность подбора реактивов

Выполнение работы в четком соответствии алгоритму

Исследование образца с помощью индикатора (выводы по полученным результатам)

Исследование образца щелочью (выводы по полученным результатам)

Проведение аналитических реакций определения катиона

Проведение аналитических реакций определения аниона

Выводы по работе (результат)

VI. Второй этап работы: создание нестандартной ситуации

Задание: предположим, что в лаборатории отсутствует щелочь. Предложите возможные пути проведения анализа. На данном этапе работы студенты учатся

-принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях

-нести за принятые решения ответственность

-осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Студенты самостоятельно определяют ход анализа, составляют план анализа. После выполнения работы группами происходит обсуждение предложенных вариантов анализа.

Один из вариантов выполнения работы:

После исследования реакции среды раствора добавить к исследуемому образцу кусочек металла, например цинка, если реакция не идет или на кусочке металла появился налет другого металла, то данный образец – соль, если выделяется газ – кислота. Исследуем образующийся газ: если газ без цвета и запаха и сгорает с характерным хлопком, то это водород, что говорит о наличии либо соляной, либо разбавленной серной кислоты. Если выделился газ с запахом тухлых яиц (сероводород), то образец – концентрированная серная кислота. В случае разбавленной кислоты проводим необходимые аналитические реакции (см. выше). Второй этап работы также предполагает выполнение действий по четко сформированному алгоритму.

VII. Подведение итогов

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Тесты для текущего контроля знаний обучающихся:

Тема 1 «Основные понятия и законы химии»

1. Объемные доли азота и этилена (C_2H_4) в смеси одинаковы. Массовые доли газов в этой же смеси (0,5 балла):

а) одинаковы; б) больше у азота; в) больше у этилена; г) зависят от давления.

2. Масса 10 м^3 воздуха при н.у. равна (в кг) (0,5 балла):

а) 20,15; б) 16,25; в) 14,50; г) 12,95.

3. 465 мг фосфата кальция содержат следующее число катионов и анионов соответственно (0,5 балла):

а) $2,7 \cdot 10^{21}$ и $1,8 \cdot 10^{21}$; б) $4,5 \cdot 10^{20}$ и $3,0 \cdot 10^{20}$;

в) $2,7 \cdot 10^{25}$ и $1,8 \cdot 10^{25}$; г) $1,2 \cdot 10^{25}$ и $1,1 \cdot 10^{25}$.

4. Число молей молекул воды, содержащееся в $18,06 \cdot 10^{22}$ молекулах воды, равно (0,5 балла):

а) 0,667; б) 0,5; в) 0,3; г) 12.

5. Из приведенных ниже веществ к простым относятся (0,5 балла):

а) серная кислота; б) сера; в) водород; г) бром.

6. Атом, имеющий массу $2,66 \cdot 10^{-26}$ кг, соответствует элементу (0,5 балла):

а) сера; б) магний; в) кислород; г) цинк.

7. Частица, являющаяся химически делимой, это (0,5 балла):

а) протон; б) молекула; в) позитрон; г) атом.

8. Об углероде как о простом веществе говорится в утверждении (0,5 балла):

а) углерод распространен в природе в виде изотопа с массовым числом 12; б) углерод при горении в зависимости от условий может образовывать два оксида; в) углерод входит в состав карбонатов; г) углерод имеет несколько аллотропных модификаций.

9. Валентность атома – это (0,5 балла):

а) число химических связей, образованных данным атомом в соединении; б) степень окисления атома; в) число отданных или принятых электронов; г) число электронов, недостающее до получения электронной конфигурации ближайшего инертного газа.

10. Какое из следующих явлений является химическим? (0,5 балла)
а) плавление льда; б) электролиз воды; в) возгонка йода; г) фотосинтез.

Тема 2 «Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома»

1. Из каких частиц состоит атомное ядро (0,5 балла):
а) из протонов и электронов;
б) из нейтронов и электронов;
в) только из протонов;
г) правильного ответа нет
2. У какого из элементов на внешнем уровне находится 4 электрона (0,5 балла):
а) №22; б) №104; в) №19; г) №14.
3. Какой из перечисленных элементов расположен в главной подгруппе (0,5 балла):
а) №20; б) №30; в) №29; г) №21.
4. Какая формула соответствует конфигурации атома азота (0,5 балла):
а) $1s^2 2s^2 2p^3$; б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$; в) $1s^2 2s^2 2p^6$; г) $1s^2 2s^2 2p^5$
5. Атом какого элемента имеет строение внешнего уровня $3s^2 3p^4$ (0,5 балла):
а) №17; б) №16; в) №26; г) №8
6. С оксидом какого элемента не взаимодействует оксид магния (0,5 балла):
а) №6; б) №14; в) №34; г) нет верного ответа
7. Состав высшего оксида фосфора и его гидроксида (0,5 балла):
а) $\text{Э}_2\text{O}_5$, ЭН_3 ; б) $\text{Э}_2\text{O}_5$, $\text{Э}(\text{OH})_5$; в) $\text{Э}_2\text{O}_5$, $\text{H}_3\text{ЭO}_4$; г) нет верного ответа
8. В ряду N – P – As – Sb неметаллические свойства (0,5 балла):
а) уменьшаются; б) не изменяются; в) изменяются периодически; г) усиливаются
9. Как можно определить число электронов на внешнем уровне у элементов главных подгрупп (0,5 балла):
а) по номеру элемента; б) по атомной массе; в) по номеру группы; г) по номеру периода
10. Элемент №17 имеет валентности (0,5 балла):
а) I, III; б) II, IV, VI; в) I, V, VII; г) I, III, V, VII

Тема 3 «Химическая связь и строение молекул»

1. Как называется химическая связь, образующаяся между атомами за счет общих электронных пар (0,5 балла):
а) ионная; б) ковалентная; в) металлическая г) водородная
2. Какой из элементов имеет наименьшую ЭО (0,5 балла):
а) N; б) B; в) Se; г) O
3. Какая связь образуется между атомами неметаллов с одинаковой ЭО (0,5 балла):
а) ионная; б) металлическая; в) ковалентная полярная; г) ковалентная неполярная
4. Назовите вещество с ионной связью (0,5 балла):
а) CH_4 ; б) CaCl_2 ; в) CO_2 ; г) нет верного ответа
5. Укажите вещество с ковалентной полярной связью (1 балл):
а) NaF; б) HI; в) C; г) MgO
6. Строение вещества изображается условно A^+B^- . Какого типа связь между частицами вещества (1 балл):
а) ковалентная полярная; б) ковалентная неполярная; в) ионная; г) металлическая
7. Как изменяется электроотрицательность элементов с ростом заряда ядра в группах, в главных подгруппах (1 балл):
а) не изменяется; б) усиливается; в) уменьшается; г) периодически повторяется

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

В экзаменационный билет входят 2 теоретических вопроса и 1 задача.

1 семестр

1. Атомно-молекулярное учение. Основные химические понятия: атом, молекула, элемент.
2. Основные стехиометрические законы химии. Закон сохранения массы вещества. Закон взаимосвязи массы и энергии А. Эйнштейна.
3. Закон постоянства состава. Дальтониды. Бертоллиды. Эквивалент. Закон эквивалентов. Закон Авогадро. Мольный объем газа.

4. Сложность состава атома. Радиоактивность. Ядерная модель атома. Строение электронной оболочки атома водорода по Бору.
5. Двойственная корпускулярно-волновая природа электрона. Уравнение Де-Бройля. Атомная орбиталь.
6. Характеристика энергии электрона четырьмя квантовыми числами.
7. Принцип Паули. Правило Гунда.
8. Электронная емкость уровней и подуровней.
9. Распределение электронов в атомах по уровням и подуровням.
10. Правила Клечковского. Примеры.
11. s, p, d, f - элементы и их место в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.
12. Свойства свободных атомов.
13. Энергия ионизации и энергия сродства к электрону.
14. Относительная электроотрицательность элементов.
15. Периодический закон Д.И. Менделеева. Современная формулировка периодического закона.
16. Физический смысл порядкового номера элемента в периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева. Закон Мозли.
17. Структура периодической системы Д.И. Менделеева. Характеристика групп и периодов.
18. Периодический закон в свете учения о строении атомов.
19. Ковалентная связь.
20. Механизм возникновения ковалентной связи.
21. Свойства соединений с ковалентной связью.
22. Насыщаемость и направленность ковалентной связи
23. Полярность ковалентной связи. Дипольный момент как характеристика полярности молекул.
24. Донорно-акцепторный механизм возникновения ковалентной связи.
25. Водородная связь и ее значение в свойствах воды.
26. Ионная связь.
27. Механизм возникновения ионной связи. Свойства соединений, с ионной связью.
28. Вода в природе и её свойства. Охрана водных ресурсов. Требования, предъявляемые к составу и свойствам питьевой и оросительной воды.
29. Особенности строения молекул воды - диполь.
30. Явление ассоциации молекул воды на основе водородной связи.
31. Аномалии воды.
32. Жесткость воды и современные способы борьбы с ней.
33. Растворы. Способы выражения состава растворов.
34. Физическая и химическая теория растворов.
35. Тепловые явления при растворении.
36. Осмос и осмотическое давление растворов. Закон Вант-Гоффа.
37. Понижение давления пара растворителя над раствором. Первый закон Рауля.
38. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов. Второй закон Рауля.
39. Основные положения теорий электролитической диссоциации.
40. Степень электролитической диссоциации.
41. Сильные и слабые электролиты. Примеры.
42. Факторы, влияющие на степень электролитической диссоциации.
42. Применение закона действующих масс к растворам слабых электролитов.
43. Константа электролитической диссоциации.
44. Сильные электролиты и их состояние в растворах. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов.
45. Активность ионов и коэффициент активности.
46. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды.

47. Водородный показатель рН.
48. Понятие об индикаторах.
49. Гидролиз солей. Ступенчатый гидролиз.
50. Степень гидролиза и факторы, влияющие на нее.
51. Окислительно-восстановительные реакции.
52. Степень окисления (примеры).
53. Теория окислительно-восстановительных процессов.
54. Методы составления окислительно-восстановительных реакций.
55. Факторы, влияющие на течение окислительно-восстановительных процессов.
56. Важнейшие окислители и восстановители и их положение в периодической системе элементов Д.И. Менделеева
57. Окислительно-восстановительные эквиваленты и их расчеты.
58. Направление окислительно-восстановительных процессов.
59. Основные классы неорганических соединений.
60. Закон эквивалентов.

2 семестр

1. Химическое равновесие.
2. Константа химического равновесия (истинная, термодинамическая, концентрационная).
3. Химическое равновесие.
4. Условная константа химического равновесия.
5. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости.
6. Термодинамические системы: изолированные, закрытые, открытые, гомогенные, гетерогенные. Понятие о фазе.
7. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.
8. Изобарный и изохорный тепловые эффекты.
9. Закон Гесса. Термохимические уравнения.
10. Понятие об энтальпии.
11. Второе начало термодинамики. Энтропия. Энергия Гиббса.
12. Обратимые и необратимые по направлению процессы. Понятие о химическом равновесии.
13. Константа химического равновесия и способы ее выражения: K_c , K_p , K_a .
14. Закон действующих масс.
15. Прогнозирование смещения химического равновесия на основе принципа Ле-Шателье.
16. Уравнение изотермы химической реакции.
17. Адсорбция на границе раздела жидкость-газ, жидкость-жидкость, твердое тело-газ, твердое тело-жидкость (раствор).
18. Уравнение Гиббса.
19. Поверхностная активность.
20. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества.
21. Правило Дюкло-Траубе.
22. Адсорбция сильных электролитов: избирательная, ионообменная.
23. Правило Панета-Фаянса.
24. Иониты, их применение в медицине.
25. Хроматография, ее применение в биологии и медицине.
26. Скорость гомогенных химических реакций и методы ее измерения.
27. Закон действующих масс для скорости реакции.
28. Константа скорости реакции.
29. Зависимость скорости реакции от температуры.
30. Температурный коэффициент скорости реакции. молекулярность и порядок реакции.
31. Дисперсные системы и их классификация.

32. Методы получения и очистки коллоидных растворов.
33. Диализ, ультрафильтрация, гельфильтрация. Искусственная почка.
34. Механизм возникновения электрического заряда коллоидной частицы.
35. Строение мицеллы.
36. Влияние электролитов на величину электрокинетического потенциала.
37. Изоэлектрическое состояние коллоидной частицы.
38. Кинетическая и агрегативная устойчивость лиозолей. Факторы устойчивости.
39. Коагуляция.
40. Кинетика коагуляции под действием электролитов.
41. Скрытая, медленная и быстрая коагуляция.
42. Порог коагуляции, его определение.
43. Правило Гарди и Шульце.
44. Растворы высокомолекулярных соединений.
45. Факторы устойчивости. Изоэлектрическое состояние и изоэлектрическая точка белков.
46. Защитное действие высокомолекулярных соединений, механизм. Биологическая роль.
47. Уравнения изобары и изохоры реакции.
48. Расчёт константы равновесия и состава равновесной смеси. Равновесие в реальных системах.
49. Гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.
50. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.
51. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.
52. Экстракция и ее виды.
53. Оптические методы анализа.
54. Фотоколориметрия.
55. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
56. Металлы и их химические свойства.
57. Уравнение Нернста.
58. Электродные потенциалы.
59. Коррозия металлов.
60. Защита от коррозии.

Задачи к экзамену

1 семестр

1. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
2. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
3. Уравняйте методом электронно-ионного баланса и укажите, какие свойства проявляет MnO_2 в этой реакции: $\text{MnO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
4. Уравняйте методом электронно-ионного баланса и укажите, какие свойства проявляет MnO_2 в этой реакции: $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
5. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{K}_2\text{SO}_4$
6. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{SO}_2 + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaI}$
7. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
8. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{Cu} + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10. Уравняйте приведенные ниже уравнения методом электронно-ионного баланса, укажите окислитель и восстановитель: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

11. Укажите, какие из приведенных ниже солей будут подвергаться гидролизу, напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной форме, укажите pH среды: BaCl_2 , KNO_2 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.
12. Будут ли подвергаться гидролизу соли K_3PO_4 , CrCl_3 , FeCO_3 , KNO_3 ? Ответ обоснуйте, написав соответствующие уравнения в молекулярной и ионной форме, и укажите pH среды.
13. Какие из перечисленных ниже солей, подвергаясь гидролизу, образуют основные соли: а) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, б) Na_2CO_3 , в) FeCl_3 ? Напишите уравнения гидролиза в молекулярной и ионной форме.
14. Какие из солей подвергаются гидролизу: K_2CO_3 , LiCl , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, NH_4Cl ? Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза, укажите pH среды.
15. Какие из солей подвергаются гидролизу: Li_2S , BaCl_2 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$? Составьте молекулярные и ионные уравнения их гидролиза.
16. При сливании растворов хлорида железа (III) и карбоната натрия выделяется газ и выпадает осадок. Что это за вещества? Докажите, написав соответствующие уравнения реакций гидролиза.
17. Какие из перечисленных солей: K_2S , NaNO_3 , NH_4Cl – подвергаются гидролизу? Напишите уравнения гидролиза в молекулярной и ионной форме и укажите pH среды.
18. Напишите уравнения гидролиза в молекулярной и ионной форме соли SnCl_2 . Как подавить гидролиз этой соли?
19. Будут ли подвергаться гидролизу соли: K_2HPO_4 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, KNO_3 . Напишите уравнения гидролиза в молекулярной и ионной форме.
20. Какие из солей подвергаются гидролизу: NaNO_2 , MnCl_2 , KNO_3 ? Для каждой из гидролизующихся солей напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза.
21. Известно, что при 42°C давление насыщенного пара воды равно $8199,325\text{ Па}$. Как изменится давление, если при этой температуре в 540 мл воды растворить 36 г глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$?
22. Давление пара над раствором $10,5\text{ г}$ неэлектролита в 200 г ацетона равно $21854,40\text{ Па}$. Давление пара чистого ацетона $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ при этой температуре равно $23939,35\text{ Па}$. Определите молекулярную массу неэлектролита.
23. При какой температуре замерзает водный раствор этилового спирта, если массовая доля $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ в нем равна 25% ? ($K_{\text{зам}} = 1,86$)
24. При какой температуре кипит водный раствор глюкозы, если массовая доля $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ в нем равна 10% ? ($K_{\text{кип}} = 0,52$)
25. При растворении $1,6\text{ г}$ неэлектролита в 250 мл воды был получен раствор, который замерзает при температуре $-0,2^\circ\text{C}$. Определите молекулярную массу растворенного вещества. ($K_{\text{зам}} = 1,86$).
26. Раствор $9,2\text{ г}$ йода в 100 г метанола закипает при $65,0^\circ\text{C}$, а чистый метанол кипит при $64,7^\circ\text{C}$. Из скольких атомов состоит молекула йода в растворе метанола? Эбуллиоскопическая постоянная метанола равна $0,84$.
27. Определите осмотическое давление при 20°C раствора сахара с массовой долей $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 4% и плотностью $1,014\text{ г/мл}$.
28. Определите температуру, при которой осмотическое давление раствора, содержащего 45 г глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ в одном литре воды, равно 607950 Па .
29. Давление пара воды при 80°C равно 47375 Па , а давление пара раствора неэлектролита при этой же температуре – 33310 Па . Какое количество воды приходится на один моль растворенного вещества в этом растворе?
30. Раствор, содержащий $0,81\text{ г}$ серы в 100 г бензола (эбуллиоскопическая постоянная $2,57$) кипит при температуре на $0,081^\circ\text{C}$ выше, чем чистый бензол. Из скольких атомов состоит молекула серы?

2 семестр

1. Определите, во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в 4 раза $\text{C}_{(\text{графит})} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_{2(\text{г})}$.
2. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры с 20 до 40°C ? Температурный коэффициент $\gamma = 3,92$.

3. При увеличении температуры на 50°C скорость реакции возросла в 32 раза. Вычислите температурный коэффициент реакции.
4. Напишите выражения для констант равновесия реакции: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$. В каком направлении произойдет смещение равновесия при понижении давления.
5. Напишите выражения для констант равновесия реакции: $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$. В каком направлении произойдет смещение равновесия при понижении давления.
6. Определите, как изменится скорость гетерогенной реакции $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ж})} + 3\text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 2\text{CO}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$, если увеличить давление в системе в 3 раза.
7. Напишите математическое выражение для скорости реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ и определите, во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении концентрации оксида углерода(II) в четыре раза.
8. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 64 раза. Температурный коэффициент γ равен двум.
9. Во сколько раз увеличится скорость реакции $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$, если давление в системе увеличить вдвое?
10. Применяя принцип Ле Шателье, укажите, в каком направлении произойдет смещение равновесия в системе $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$, $\Delta H_{\text{х.р.}}^0 = + 2,85 \text{ кДж}$ если: а) увеличить концентрацию водорода б) понизить температуру в) увеличить давление.
11. Электролиз раствора сульфата меди (II) проводили 12 ч при силе тока 20 А. Выход по току составил 90%. Напишите уравнения электродных процессов и общей реакции, вычислите массу полученной меди.
12. Электролиз раствора сульфата цинка проводился в электролизёре с нерастворимым анодом в течение 6,7 ч. Выделилось 5,6 л кислорода, измеренного при н.у. Вычислите силу тока и массу выделившегося на катоде цинка, если выход по току составил 70 %.
13. Какие реакции протекают при электролизе с инертными электродами водного раствора сульфата натрия? Какая масса H_2SO_4 образуется около анода, если на аноде выделяется 11,2 л кислорода, измеренного при н.у.?
14. Какой металл выделился на катоде при электролизе в течение одного часа при силе тока 1 А, если в растворе была соль двухвалентного металла, а масса катода увеличилась на 2,219 г?
15. За 3 мин электролиза при силе тока 10 А на катоде выделилось 0,554 г металла, а на аноде 209 мл Cl_2 (н. у.). Какое соединение находилось в растворе?
16. Алюминий склепан с медью. Какой из металлов будет подвергаться коррозии, если эта пара попадет в кислотную среду? Составьте схему образующегося при этом гальванического элемента. Вычислите ЭДС этого элемента при стандартных условиях.
17. Водород получают в лабораториях взаимодействием цинка с разбавленной серной кислотой. Для ускорения реакции в кислоту добавляют небольшое количество CuSO_4 . Почему при этом наблюдается ускорение реакции?
18. Какое время должен продолжаться электролиз раствора сульфата никеля (II) при силе тока 3 А, чтобы количество выделившегося на катоде металла составило один моль его эквивалента?
19. Сколько кулонов электричества прошло через электролизёр с раствором AgNO_3 , если масса анода, изготовленного из серебра, уменьшилась на 2,3 г?
20. За 10 мин электролиза раствора платиновой соли током 5 А выделилось 1,517 г платины. Определите эквивалентную массу платины.
21. Запишите выражения для K_c и K_p системы: $2\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{т})} + 3\text{C}_{(\text{т})} \rightleftharpoons 4\text{Fe}_{(\text{т})} + 3\text{CO}_{2(\text{г})}$, поясните смысл величин, входящих в эти выражения, укажите их размерность. Определите направление смещения равновесия при повышении давления и укажите, как при этом изменится концентрация CO_2 .
22. Определите направление смещения равновесия в системе а) при повышении концентрации CO ; б) при понижении температуры. Ответ мотивируйте. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + \text{CO}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{H}_{2(\text{г})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$, $\Delta H^0 = - 41 \text{ кДж}$
23. Определите направление смещения равновесия в системе при увеличении давления и укажите, как при этом изменяется концентрация CO . $\text{MnO}_{2(\text{т})} + 2\text{C}_{(\text{т})} \rightleftharpoons \text{Mn}_{(\text{т})} + 2\text{CO}_{(\text{г})}$

24. Укажите, какое вещество будет накапливаться при повышении температуры в равновесной системе $C_{(г)} + CO_{2(г)} \rightleftharpoons 2CO_{(г)}$, $\Delta H > 0$.
25. Определите направление смещения равновесия при увеличении давления. $2ZnS_{(г)} + 3O_{2(г)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(г)} + 2SO_{2(г)}$
26. Для реакции $A+B \rightarrow P$ второго порядка определите, как изменится скорость реакции, если концентрацию вещества А увеличить в 4 раза, а концентрацию вещества В уменьшить в 3 раза.
27. Химическая реакция протекает согласно кинетическому уравнению $w = kC_A C_B$. Рассчитайте константу скорости реакции, если начальные концентрации веществ А и В составляли 0,25 моль/л, а за 50 мин от начала реакции израсходовалось по 0,075 моль/л веществ А и В.
28. Для химической реакции, описываемой кинетическим уравнением $w = kC_A C_B$, начальные концентрации веществ А и В составляли: $[C_A]_0 = 0,3$ моль/л, $[C_B]_0 = 0,5$ моль/л. Через 20 мин от начала реакции концентрация вещества А составила 0,15 моль/л, а концентрация вещества В - 0,35 моль/л. Рассчитайте константу скорости реакции.
29. Для химической реакции, описываемой кинетическим уравнением $w = kC_A$, начальная концентрация вещества А составляла 0,7 моль/л, а за 60 мин от начала реакции концентрация его уменьшилась на 0,5 моль/л. Рассчитайте время полупревращения вещества А.
30. В реакции 2 порядка $A+B \rightarrow D$ начальные концентрации веществ А и В равны, соответственно 2,0 моль/л и 3,0 моль/л. Скорость реакции равна 0,0012 моль/л·с при концентрации вещества А 1,5 моль/л. Рассчитайте константу скорости и скорость реакции при концентрации вещества В 1,3 моль/л.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценки:

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Система рейтингового учёта знаний и навыков студентов:
1 семестр

Оцениваемый параметр		Интервал оценки	Повторность	Рейтинговая оценка (баллы)	
Посещение	Лекции	0-2	8	0-16	0-30
	Практические занятия	0-2	7	0-14	
Текущая оценка знаний и навыков	Контрольные и тестовые работы	3-5	7	21-35	45-135
	Ответы на занятиях	3-5	1-5	3-25	
	Отчет о проделанной практической работе	3-5	7	21-35	
Итоговая сумма баллов					45-125
Дифференциация итоговой оценки (автомат)		3 – 75-86 4 – 87-105 5 – 106-125			

2 семестр

Оцениваемый параметр		Интервал оценки	Повторность	Рейтинговая оценка (баллы)	
Посещение	Лекции	0-2	8	0-16	0-30
	Практические занятия	0-2	7	0-14	
Текущая оценка знаний и навыков	Тестовые работы	3-5	7	21-35	45-135
	Ответы на занятиях	3-5	1-5	3-25	
	Отчет о проделанной практической работе	3-5	7	21-35	
Итоговая сумма баллов					45-125
Дифференциация итоговой оценки (автомат)		3 – 75-86 4 – 87-105 5 – 106-125			

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

- 1) Гельфман, М. И. Химия : учебник / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0200-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167728>.
- 2) Химия : учебник / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова, Т. В. Соколова, Л. В. Юмашева. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 272 с. - ISBN 978-5-8114-2038-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168927>.
- 3) Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. С. Ахметов. - 12-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 744 с. - ISBN 978-5-8114-6983-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153910>.

7.2 Дополнительная литература

- 1) Гельфман, М. И. Коллоидная химия : учебник / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - 7-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-8114-5699-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/145851>.
- 2) Кумыков, Р. М. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие для вузов / Р. М. Кумыков, А. Б. Иттиев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 236 с. - ISBN 978-5-8114-7414-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160121>
- 3) Практикум по коллоидной химии : учебное пособие / М. И. Гельфман, Н. В. Кирсанова, О. В. Ковалевич, О. В. Салищева. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 256 с. - ISBN 5-8114-0603-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167730>

7.3 Нормативные правовые акты

отсутствуют

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

отсутствуют

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Scifinder - поиск методик синтеза, литературный и патентный поиск по химии

БАЗА ДАННЫХ "ХИМИЯ" Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) - Доступны следующие базы данных, содержащие информацию в области химии: Химия, Физико-химическая биология, Коррозия и защита от коррозии, Металлургия, Охрана окружающей среды, Обзоры.

eLibrary.ru – электронная библиотека, содержит статьи из более 30 000 журналов

Rambler, Yandex, Google – поисковые системы.

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

отсутствуют

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
корпус 22, аудитория 201	1. Столы лабораторные – 3 шт. 2. Табуретки - 20 шт. 3. Стол преподавательский – 1 шт. 4. Вытяжной шкаф – 1 шт. 5. Табуретки - 10 шт.- (210136600002899) 6. Доска учебная - 1 шт. - (410136000001829) 7. Баня комбинированная - 2 шт.- (210134000000411, 210134000000412) 8. рН метр - 1 шт. - (210134000002545) 9. Весы прецизионные - 1 шт.- (410134000001398) 10. Дистиллятор ДЗ-25 – 1 шт. - (410134000000191) 11. Центрифуга лабораторная - 1 шт. -(410134000000819) 12. Весы порционные SK-1000 - 1 шт.- (210134000000413) 13. Блок питания - 1 шт. -(210134000001659)
корпус 22, аудитория 12	1. Столы лабораторные – 3 шт. 2. Табуретки - 20 шт. 3. Стол преподавательский – 1 шт. 4. Вытяжной шкаф - 1 шт. 5 Табуретки - 10 шт.- (210136600002899) 6. Доска аудиторная - 1 шт. -(410136000004314) 7. Эл. печь сопротивления - 1 шт.- (410134000000193) 8. Баня комбинированная - 2 шт.- (210134000000409, 210134000000410) 9. Центрифуга лабораторно-клиническая - 1 шт.- (410134000000192) 10. Фотометр КФКЗ - 1 шт. - (410134000000186) 11. рН метр милливольтметр - 2 шт. -(410134000000189, 410134000000190) 12. Шкаф для бумаг - 1 шт. - (210136000001006)

Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова, включающие 9 читальных залов, организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом, в том числе 5 компьютеризированных читальных залов, а также комнаты самоподготовки в общежитиях №4 и №5.

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

При изучении дисциплины студенту необходимо посещать лекции, выполнить практические работы и защитить их, пройти тестирование по соответствующим разделам. При самостоятельной работе и подготовке к выполнению практических работ в рабочих тетрадях необходимо в разделе теоретическая часть кратко записать основные понятия, законы, формулы данного раздела, размерности всех величин в системе СИ. При выполнении практической работы тщательно вести записи результатов. Особое внимание обратить на применение определяемых величин для изучения и описания объектов окружающей среды. Внимательно

изучить теоретическую и практическую часть к практикуму по химии.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан выполнить практические работы, сдать тесты по пропущенной теме.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

1. Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам, структуре, содержанию курса.

2. Работа с конспектами лекций. Необходимо просмотреть конспект лекций сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения. Попытаться найти ответы на трудные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, надо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

3. Выполнение практических работ. Перед началом практического занятия необходимо изучить теорию вопроса, ознакомиться с руководством по соответствующей работе и подготовить протокол проведения работы: название работы, заготовка таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений, уравнения химических реакций, расчетные формулы.

4. Оформление отчетов проводить после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить с теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приведенные в методических указаниях к выполнению практической работы.

5. Самостоятельная работа. Задания по самостоятельной работе по изучаемым темам включены в практикум. Задания должны быть выполнены к практическому занятию по данной теме. По трудным вопросам проводятся консультации.

Программу разработал:

Коноплев В.Е., к.х.н., доцент

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.09 «Химия» ОПОП ВО по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность», направленности «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы»

(квалификация (степень) выпускника – бакалавр)

Али Мунзером Сулейманом, доцентом кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Химия» ОПОП ВО по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность», направленности «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре материаловедения и технологии машиностроения (разработчик – Коноплев Виталий Евгеньевич, доцент кафедры материаловедения и технологии машиностроения, кандидат химических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Химия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к основной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Химия» закреплено 2 компетенции. Дисциплина «Химия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Химия» составляет 8 зачётных единицы (288 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Химия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.03.01 – «Техносферная безопасность» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области химии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Химия» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **20.03.01** – «Техносферная безопасность».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (участие в тестировании), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины основной части учебного цикла – Б1 ФГОС направления **20.03.01** – «Техносферная безопасность».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника, дополнительной литературой – 2 наименования, Интернет-ресурсы – 4 источника и соответствует требованиям ФГОС направления **20.03.01** – «Техносферная безопасность».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Химия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Химия».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Химия» ОПОП ВО по направлению **20.03.01** – «Техносферная безопасность», направленности «Безопасность технологических процессов и производств», «Инженерное обеспечение безопасности населения, окружающей среды и объектов техносферы» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная доцентом кафедры материаловедения и технологии машиностроения, кандидатом химических наук, Коноплевым В.Е., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Али М.С., доцент кафедры сельскохозяйственного водоснабжения, водотоотведения, насосов и насосных станций ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук

« _____ » _____ 2021 г.