

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)
(подпись)

«19» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химия»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Биотехнические системы и технологии
Наименование направленности/ специализации	Биотехнические и медицинские аппараты и системы
Форма обучения	очная
Год приема	2026 ,

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Старший преподаватель
(должность, уч. степень, звание)

09.02.2026г.
(подпись, дата)

Т.Е. Крылова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«09» февраля 2026 г, протокол № 01-02/2026

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

09.02.2026г.
(подпись, дата)

Е.А. Фролова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

09.02.2026г.
(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Химия» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» направленности/специализации «Биотехнические и медицинские аппараты и системы». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем»

ОПК-3 «Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением истории химии, а также с основными направлениями и тенденциями развития современной химии. Эта наука изучает материальный мир, законы его развития, специфическую химическую форму движения материи. В процессе изучения химии вырабатывается научный взгляд на мир. Знание химии необходимо для плодотворной творческой деятельности бакалавра любой направленности. Знание химии позволяет сформировать современное научное представление о материи, веществе как одном из видов движущейся материи, механизме превращений химических соединений, свойствах материалов о химических процессах в современной технике. При изучении курса химии необходимо прочно усвоить основные законы, овладеть техникой химических расчетов, выработать навыки самостоятельного выполнения химических экспериментов и обобщения фактов. Понимание законов химии поможет студенту в решении экологических проблем. Знание курса химии необходимо и для последующего успешного изучения специальных дисциплин.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета. (1 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель данной дисциплины – усвоение студентами теоретических основ общей химии, химии важнейших элементов и их неорганических соединений, формирование химического мышления у студентов, развитие навыков использования сведений о физико-химических свойствах различных систем для синтеза соответствующих соединений, выполнение термодинамических и кинетических расчетов; приобретение некоторого опыта экспериментальных исследований для разработки новых методов синтеза, придания материалам заданной структуры и комплекса свойств. Представление возможности студентам развить и продемонстрировать навыки в области инновационных технологий

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	ОПК-1.3.1 знать фундаментальные законы природы и основные математические законы при решении задач, связанных с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественных наук в инженерной практике проектирования биотехнических систем и медицинских изделий
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий	ОПК-3.У.1 уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений ОПК-3.В.1 владеть навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика »,
- «Физика»
- «Информатика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Материаловедение»
- «Биофизические основы живых систем.»
- «Электродинамика»
- «Биотехнические системы медицинского назначения»
- «Основы биологии»
- «Физика»
- «Безопасность жизнедеятельности»
- «Метрология»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№1
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
--------------------------	--------------	---------------	----------	----------	-----------

Семестр 1					
Раздел 1 Введение в химию. Тема 1.1.Понятие вещества и химической реакции, основные понятия и определения. Тема 1.2. Стехиометрические законы. Фундаментальные понятия и законы химии: закон сохранения массы, закон постоянства состава вещества, закон кратных отношений, закон объёмных отношений. Закон Авогадро, следствия закона Авогадро. Тема 1.3.Способы определения количества вещества, закон эквивалентов. Расчёт $M^э$ (молярных масс эквивалентов) для простых веществ, оксидов, кислот, оснований, солей. Фактор эквивалентности.	2		5		7
Раздел 2: Строение вещества Тема 2.1. Основные сведения о строении атомов; квантовые числа. Тема 2.2. Периодический закон Д.И.Менделеева. Тема 2.3. Химическая связь, виды химической связи. Тема2.4. Метод валентных связей, ковалентная связь. Тема2.5. Метод молекулярных орбиталей. Тема2.6. Невалентные типы связей: ионная связь, металлическая связь, водородная связь, силы Ван-дер-Ваальса.	10		-		10
Раздел 3:Химические системы. Общие закономерности химических процессов. Тема 3.1. Энергетика химических процессов, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия Тема 3.2. энергия Гиббса, направленность химических процессов, химическое и фазовое равновесие. Тема 3.3. Скорость химической	14		4		20

реакции и методы ее регулирования, закон действия масс, Тема3.4. Энергия активации, уравнение Аррениуса, правило Вант-Гоффа, катализаторы и каталитические системы Тема 3.5. Растворы, дисперсные системы, способы выражения состава растворов, Тема3.6. Электролитическая диссоциация, водные растворы электролитов, Тема3.7. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов, водные растворы электролитов, закон разбавления Оствальда, законы Рауля.водородный показатель, реакции обмена, гидролиз солей.					
Раздел 4. Основы электрохимических процессов. Тема 4. 1.окислительно-восстановительные реакции Тема 4.2.химические источники электрического тока. Гальванические элементы. Тема 4.3. Электролиз, законы Фарадея. Тема 4.4. Коррозия и борьба с ней.	4		8		14
Раздел 5:Свойства промышленно-важных элементов и их соединений Тема 5.1. Классы химических соединений, свойства промышленно важных элементов и их соединений. Тема 5.2. Химическая идентификация. Методы химического исследования и анализа веществ и их превращений	4				6
Итого в семестре:	34		17		57
Итого:	34	0	17	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1 Введение в химию. Тема 1.1. Понятие вещества и химической реакции, основные понятия и определения. Тема 1.2. Стехиометрические законы. Фундаментальные понятия и законы химии: закон сохранения массы, закон постоянства состава вещества, закон кратных отношений, закон объёмных отношений. Закон Авогадро, следствия закона Авогадро. Тема 1.3. Способы определения количества вещества, закон эквивалентов. Расчёт M^p (молярных масс эквивалентов) для простых веществ, оксидов, кислот, оснований, солей. Фактор эквивалентности.
2	Раздел 2 Строение вещества. Тема 2.1 Основные сведения о строении атомов; Квантово-механическая модель атома. Орбиталь, квантовые числа, уравнение Шрёдингера, уравнение Де-Бройля, уравнение Планка, принцип неопределённости Гейзенберга. Электронно-графические формулы. Тема 2.2 Периодический закон Д.И. Менделеева, связь П.С. со строением атома. Периоды, группы, диагональная зависимость. Закономерные изменения свойств элементов и соединений (эффективный радиус, энергии ионизации и сродства к электрону, электроотрицательность). Тема 2.3. Химическая связь, виды химической связи. Возбуждённое и нормальное состояние атома. Гибридизация электронных облаков. Способы перекрывания электронных облаков, сигма-пи-дельта-перекрывания. Пространственная структура молекул. Тема 2.4. Метод валентных связей, способ образования ковалентной связи метод Лондона и Гейтлера. Полярность связи свойства ковалентной связи. Тема 2.5. Метод молекулярных орбиталей. Порядок и энергия связи. Связывающие и разрыхляющие орбитали. Тема 2.6. Невалентные типы связей: ионная связь, металлическая связь, водородная связь, силы Ван-дер-Ваальса. Комплексные соединения. Роль комплексных соединений в природе и технике. Теория кристаллического поля. Конденсированное состояние вещества. Твердые вещества.
3	Раздел 3. Химические системы. Общие закономерности химических процессов. Тема 3.1. Энергетика химических процессов, внутренняя энергия, тепловой эффект химических реакций, 1-й, 2-й, 3-й законы термодинамики, Энтропия, как функция состояния, энтальпия. Химический потенциал. Тема 3.2. Энергия Гиббса, направленность химических процессов, химическое и фазовое равновесие. Тема 3.3. Скорость химической реакции и методы ее регулирования, закон действия масс. Уравнение Гульберга и Вааге. Молекулярность реакции, порядок реакции. Зависимость скорости химической реакции от концентрации. Константа скорости физический смысл. Тема 3.4 Энергия активации, уравнение Аррениуса, правило Вант-Гоффа, катализаторы и каталитические системы. Основной постулат химической

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	кинетики, кинетическое уравнение. Влияние температуры на скорость химической реакции, уравнение Аррениуса. Механизм протекания каталитических реакций. Химическое равновесие принцип Ле-Шателье. Тема 3.5 Растворы, дисперсные системы, способы выражения состава растворов. Термодинамические характеристики процесса образования растворов. сильные и слабые электролиты, ионные равновесия в водных растворах, произведение растворимости Тема 3.6. Электролитическая диссоциация, водные растворы электролитов, водородный показатель, реакции обмена, гидролиз солей. Тема 3.7. Свойства разбавленных растворов неэлектролитов, Коллигативные свойства растворов, законы Рауля. Криоскопия Эбуллиоскопия. Осмотическое давление. Закон Генри. Изотонический коэффициент.
4	Раздел 4. Основы электрохимических процессов. Тема 4.1. Окислительно-восстановительные реакции, электронный баланс, Молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя. Тема 4.2. Химические источники электрического тока. Гальванические элементы, стандартные электродные потенциалы. Двойной электрический слой. Уравнение Нернста. Равновесный. электродный потенциал. Стандартный водородный электрод. Тема 4.3. Электролиз, законы Фарадея Катодные и анодные процессы растворов и расплавов электролитов. Тема 4.4. Коррозия и борьба с ней. Уравнения коррозионных процессов с кислородной и водородной деполяризацией. Способы защиты от коррозии – химические, электрохимические (металлические- катодные, анодные покрытия). Легирование металлов.
5	Раздел 5. Свойства промышленно важных элементов и их соединений. получение металлов. Металлические сплавы и композиты. Тема 5.1. Классы химических соединений, свойства промышленно важных элементов и их соединений Композиционные материалы. Керметы. Химия металлов (Al, Fe, Sn, Pb, Mo) Химия неметаллов: C, Si, S, фуллерен, карбин. Топлива (твёрдое, жидкое, газовое), смазочные материалы, моторные масла. Тема 5.2. Химическая идентификация. Методы химического исследования и анализа веществ и их превращений. Качественный и количественный анализ. (Гравиметрический, титриметрический, комплексонометрический методы анализа).

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовк и, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 1				
1	Стехиометрические законы. Фундаментальные понятия и законы химии. Способы определения количества вещества.	1		1
2	Определение M° эквивалента металла.	4		1
3	Определение теплового эффекта реакции нейтрализации.	4		3
4	Измерение и расчет электродных потенциалов металлов и ЭДС гальванических элементов.	4		4
	Химическая и электрохимическая коррозия, Исследование коррозии металлов и определение ингибиторного эффекта	4		4
Всего		17		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	32	32
Расчетно-графические задания (РГЗ)	2	2
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	7	7
Домашнее задание (ДЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://urait.ru/bcode/512502 Режим доступа для авторизованных пользователей	Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т.: учебник для вузов / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9353-0	
https://urait.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-589857 Режим доступа для авторизованных пользователей	Общая и неорганическая химия в 2 т. Том 1. 1 Никольский А.Б., Суворов А.В. Учебник / Сер. 76 Высшее образование. (6-е изд., испр. и доп) Москва, 2020. Издательство: Издательство Юрайт	
https://urait.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-589857 Режим доступа для авторизованных пользователей	Общая и неорганическая химия в 2 т. Том 2. 1 Никольский А.Б., Суворов А.В. Учебник / Сер. 76 Высшее образование. (6-е изд., испр. и доп) Москва, 2020. Издательство: Издательство Юрайт	
https://urait.ru/book/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-589857 Режим доступа для авторизованных пользователей	Химия. Никольский А.Б., Суворов А.В. Учебник и практикум / Сер. 76 Высшее образование. (2-е изд., пер. и доп) Москва, 2020. Издательство: Издательство Юрайт	
http://lib.guap.ru/ Режим доступа для авторизованных пользователей	Химия. Основные стехиометрические законы, строение вещества, термодинамика, кинетика, растворы, электрохимия: [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. Е. Крылова, Т. И. Фомичева ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 148 с.	5
http://lib.guap.ru/ Режим доступа для авторизованных пользователей	Химия. Классы неорганических соединений: учеб. пособие / Т. Е. Крылова. – СПб.: ГУАП, 2024. – 44 с.	15
https://znanium.ru/catalog/document?id=425377 Режим доступа для авторизованных пользователей	Общая и неорганическая химия : в 2 т. Т. 1 : Законы и концепции : учебное пособие / под ред. академика РАН А. Ю. Цивадзе. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2022. - 495 с. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-93208-576-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1984044	

https://urait.ru/bcode/432806 Режим доступа для авторизованных пользователей	Неорганическая химия: Учебное пособие для вузов Гельфман М. И., Юстратов В. П. Издательство "Лань" 3-е изд...стер., 2025 – 528с.	
https://e.lanbook.com/book/4032 Режим доступа для авторизованных пользователей	Химия: учебник для высших учебных заведений / [А. А. Гуров Х465 и др.]. - 4-е изд., испр. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 775, [1] с.: ил. ISBN 978-5-7038-4728-2	
http://lib.guap.ru/ Режим доступа для авторизованных пользователей	Общая химия: учеб. пособие / Т. Е. Крылова. – СПб.: ГУАП, 2025. – 85 с.	5

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://urait.ru/book/obschaya-himiya-569090 http://www.hemi.nsu.ru	

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
5	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ
Информационные и справочно-правовые системы	
1	"Консультант Плюс" (www.consultant.ru) сетевая версия для образовательных организаций, доступ по IP -адресам ГУАП
Современные профессиональные базы данных	
1	Федеральный портал «Российское образование» ¹ (https://ro-edu.ru/), свободный доступ
2	Реферативная база данных рецензируемой научной литературы Scopus (https://www.scopus.com/), доступ по IP -адресам ГУАП
3	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» ² (https://www1.fips.ru/), свободный доступ
4	Научный журнал «Инновационное приборостроение» ³ (https://guap.ru/m/inps), свободный доступ

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства	Гастелло 15 32-01

¹ Федеральный портал «Российское образование»: новости, статьи, экспертные комментарии о развитии системы образования и воспитания

² Федеральный институт промышленной собственности предоставляет доступ к полным текстам товарных знаков и знаков обслуживания РФ, изобретений, полезным моделям, промышленным образцам РФ и другим ресурсам. Хронологический охват: с 1924 года по текущий год.

³ Журнал содержит 6 разделов современной науки, в том числе: 1. Управление качеством продукции. Организация производств; 2. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды; 3. Системный анализ, управление и обработка информации; 4. Информационно-измерительные и управляющие системы; 5. Системы, сети и устройства телекоммуникаций; 6. Фундаментальные науки и прикладные исследования.

	обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке, таблицы Периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева, электродных потенциалов, образцов минералов, моделей пространственных решеток)	
2	Специализированная химическая лаборатория со специализированными лабораторными столами, с использованием демонстрационных плакатов, лабораторных стендов и установок для определения эквивалента металла, измерения электродных потенциалов, скорости коррозии- металлов - милливольтметры; аналитические и электронные весы; лабораторные pH-метры, центрифуги и калориметр.	Гастелло 15 33-02 33-04
3	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HPLJP4515n, Принтер HP LaserJetEnterprise 600 M602dn.	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа <i>WiFi</i> , а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

Примечание: ** по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Сформулируйте основные положения квантовой механики:	ОПК-1.3.1

	1. Запишите уравнение Планка, дайте объяснение понятию квантовая энергия а. Дайте характеристику и определение понятию корпускулярно-волновой дуализм б. Запишите Уравнение Де-Бройля, дайте понятие длины волны Де-Бройля. 2. Запишите математическое соотношение Принципа неопределенности Гейзенберга, физический смысл .	
2.	Сформулируйте определение понятия «атом», атомное ядро, дайте определение, укажите на состав атомных ядер. Сформулируйте определение и понятие волновой функции.	ОПК-1.3.1
3.	Запишите Уравнение Шредингера для атома водорода. Сформулируйте понятие волновой функции, Дайте определение Квантовым числам, их физический смысл. Приведите примеры заполнения атомных орбиталей электронами, дайте понятия Принципу запрета Паули, Правилу Хунда, правилу Клечковского.	ОПК-1.3.1
4.	Сформулируйте понятие Периодической системы элементов. Дайте определение Периодическому закону Менделеева, и сформулируйте современное определение Периодического закона. Дайте определение группы, периода в ПС. Дайте объяснение таким понятиям, как аналогии, в чём заключается суть этой закономерности.	ОПК-1.3.1.
5.	Сформулируйте и дайте определение таким понятиям, как радиус атомов и ионов, энергии ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, окислительно-восстановительная способность. Приведите примеры и объясните закономерность изменения свойств по периоду и по группе.	ОПК-1.3.1
6.	Сформулируйте понятие химической связи. Назовите основные характеристики ХС. Опишите квантово-механические представления о природе химической связи, теория Гейтлера и Лондона, дайте понятие образования двухатомной молекулы. Дайте объяснение методу валентных связей, укажите типы ХС. Приведите примеры. Ковалентная связь, дайте определение, привести примеры.	ОПК-1.3.1
7.	Опишите структуру кристаллической решетки и как тип кристаллической решетки (ионная, атомная, металлическая, молекулярная) влияет на температуру плавления и электропроводность материалов?	ОПК-1.У.1
8.	Дайте определение гибридизации атомных орбиталей? Значение концепции sp^3 , sp^2 и sp для геометрии молекул (метан, этилен, ацетилен).	ОПК-1.У.1
9.	Дайте определение зоны проводимости и валентная зона: как отличить проводник от полупроводника и диэлектрика?	
11.	Сформулируйте понятие химической связи. Невалентные типы химической связи: металлическая, дайте определение такой связи и объясните механизм образования этой химической связи.	ОПК-1.3.1
12.	Дайте определение универсальному квантово-химическому методу описания химической связи (ММО) методу	ОПК-3.В.1

	молекулярных орбиталей или (ЛКАО), приведите примеры и определите порядок связи, магнитные свойства.	
13	Сформулируйте понятие гибридизации атомных орбиталей. Перечислите виды гибридизаций. Дайте определение понятия о полярности молекул. Приведите примеры полярной и неполярной молекулы.	ОПК-3.В.1
14	Сформулируйте определение радиоактивности. Назовите важнейшие свойства радиоактивного излучения. α -, β -, γ - излучения. Дайте определение основного закона радиоактивного распада. Дайте определение Константе распада (λ)	ОПК-3.В.1
15	Дайте определение Закона Гесса. Почему тепловой эффект реакции не зависит от пути, а зависит от начального и конечного состояния?	ОПК-3.В.1
16	Сформулируйте первое начало термодинамики. Запишите его математическое выражение для закрытой системы ($\delta Q = dU + \delta A$). Как оно изменится, если система может совершать только работу расширения?	ОПК-3.В.1
17	Сформулируйте понятие внутренней энергии системы. Из каких видов энергии складывается внутренняя энергия системы? Почему для химической реакции в конденсированной фазе (твёрдые тела, жидкости) без выделения газа изменение объема обычно мало, и чем это удобно для расчетов?	ОПК-3.В.1
18.	Сформулируйте понятие Химической термодинамики. Дайте определение полной энергии системы, её физический смысл, сформулируйте первый закон термодинамики. напишите уравнение первого закона термодинамики.	ОПК-3.В.1
19.	Сформулируйте понятие Химической термодинамики. Дайте определение связанной энергии системы, её физический смысл, сформулируйте второй закон термодинамики, напишите уравнение второго закона термодинамики.	ОПК-3.В.1
20.	Сформулируйте понятие Химической термодинамики. Дайте определение свободной энергии Гиббса её физический смысл, напишите уравнение Гиббса, укажите критерий протекания реакций. Запишите частную производную учитывающую зависимость энергии Гиббса от состава системы. Дайте понятие Химического потенциала.	ОПК-3.В.1
21	Сформулируйте понятие химической кинетики. Дайте определение основного постулата химической кинетики. Сформулируйте понятие молекулярности реакции и порядка реакции. Перечислите факторы влияющие на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса, уравнение Вант-Гоффа.	ОПК-1.У.1
22.	Сформулируйте понятие раствора. Назовите основные характеристики раствора. Дайте понятие о способах выражения концентраций растворов, какие виды концентраций существуют. Напишите формулы для их расчёта (M , N , C_m , T , χ , ω)	ОПК-1.У.1
23	Сформулируйте определение понятия «коллигативные свойства растворов». Дайте определение таким понятиям, как диффузия, осмос, осмотическое давление. Сформулируйте закон Вант-Гоффа и законы Рауля. Укажите зависимость температуры	ОПК-1.У.1

	кристаллизации и кипения от концентрации раствора.	
24	Сформулируйте понятие зонной теории кристаллов, дайте определение реальных кристаллов. Дайте определение нестехиометрических соединений или соединений переменного состава, приведите примеры кристаллов переменного состава	ОПК-1.У.1
25	Сформулируйте понятие раствора. Дайте определение составу раствора. Какие агрегатные состояния растворов Вы знаете Жидкие растворы. Дайте определение и физический смысл такого явления, как, электролитическая диссоциация растворов. Приведите примеры.	ОПК-1.У.1
26	Сформулируйте понятие электролита, дайте определение сильного и слабого электролита. Дайте определение степени диссоциации. Приведите примеры. Запишите законы Рауля для электролитов, изотонический коэффициент, физический смысл.	ОПК-1.У.1
27	Сформулируйте понятие: водородный показатель. Дайте определение ионного произведения воды. Напишите уравнение для расчёта водородного показателя.	ОПК-1.У.1
28	Сформулируйте определение таких понятий как: Гидролиз солей, ионно-обменные реакции, перечислите виды гидролиза, приведите примеры (три типа гидролиза). Определите pH-растворов гидролиза, дайте определение совместного гидролиза, приведите примеры.	ОПК-1.У.1
29	Дайте определение топливным элементам. Объясните, почему водородно-воздушный топливный элемент с протонообменной мембраной (PEMFC) считается перспективным для питания БПЛА (дронов) с точки зрения химической кинетики и энергоемкости.	ОПК-3.У.1
30	Сформулируйте определение аккумулятора. Литий-ионный аккумулятор. Напишите электрохимические реакции на аноде (графит, C_6Li) и катоде ($LiCoO_2$) в процессе заряда и разряда. Почему "календарное старение" (разложение электролита) является химической, а не электрохимической проблемой?	ОПК-3.У.1
31	Сформулируйте определение: гальваническая коррозия. На печатной плате контактируют припой (Sn/Pb), медная дорожка (Cu) и никелевое покрытие (Ni). Какой металл будет выступать анодом и разрушаться первым при попадании влаги (электролит)? Почему это критично для высокочастотных цепей?	ОПК-3.У.1
32.	Сформулируйте понятие произведения растворимости. Дайте определение процесса растворения. Дайте определение насыщенным растворам. Дайте определение константы растворимости, вычисление растворимости в моль/л, г/л,	ОПК-3.У.1
33	Сформулируйте понятие Окислительно-восстановительных процессов. Дайте определение окислитель, восстановитель, приведите примеры и укажите, в каких случаях может один и тот же элемент выступать как окислитель или как восстановитель.	ОПК-3.У.1
34.	Сформулируйте понятие «Электродный потенциал». Дайте определение и физический смысл двойного электрического слоя. Объясните явления скачка потенциала. Напишите	ОПК-3.У.1

	уравнение Нернста.	
35	Сформулируйте понятие гальванического элемента, дайте определение понятия «электрод» в электрохимии, напишите уравнение Нернста, укажите, какие процессы протекают на катоде, а какие на аноде. Запишите токообразующую реакцию для гальванического элемента и схему гальванического элемента. Дайте определение электролитического ключа, его физический смысл.	ОПК-3.У.1
36	Сформулируйте понятие электролиза расплавов и растворов, дайте определение этого явления, напишите процессы протекающие на аноде и на катоде. Напишите уравнение Фарадея для электролиза, объясните физический смысл, дайте определение электрохимического эквивалента.	ОПК-3.У.1
37.	Сформулируйте понятие коррозия металлов. Назовите факторы, влияющие на коррозию металлов. Объясните механизм коррозионных процессов. Назовите способы защиты от коррозии.	ОПК-3.В.1
38.	Проанализируйте состав стали. Назовите основные конструкционные металлы. Свойства Аллюминия, Хрома, Железа, их получение и рафинирование, использование в самолетостроении и приборостроении.	ОПК-3.В.1
39.	Сформулируйте понятие полимеров, строение полимеров и способы получения, назовите применение полимеров в промышленности	ОПК-3.В.1
40.	Сформулируйте понятие химической идентификации веществ, Назовите методы количественного анализа. Какие виды инструментального анализа вы знаете.	ОПК-3.В.1

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для тестов	Код индикатора
1	1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа В атоме, электронная формула которого $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^3 5s^2$, ... валентных электронов ... a. 3; b. 2;	ОПК-1.3.1

	c. 9; d. 5; Аргументированный ответ: Согласно электронного паспорта , определим элемент, это ниобий, на внешней электронной орбитали находятся 2 спаренных электрона на $5s^2$ - подуровне , которые возбуждаясь переходят на $5p^1$ подуровень а также 3 электрона на $4d^3$-подуровне, таким образом 5 неспаренных электронов($5s^1 5p^1 4d^3$) определяют количество валентных электронов. Правильный ответ: d							
2	2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Коррозия металлов.. Какие из перечисленных утверждений верны с точки зрения электрохимической теории коррозии и могут быть использованы для анализа причин разрушения металлоконструкций? Выберите все верные ответы: 1. Чем выше стандартный электродный потенциал металла, тем выше его термодинамическая склонность к коррозии. 2. Наличие в электролите кислорода ускоряет коррозию большинства металлов за счет катодной деполяризации. 3. Разнородные металлы в контакте в электролите корродируют быстрее, чем каждый по отдельности. 4. Продукты коррозии всегда замедляют дальнейшее разрушение металла. ответы: 2, 3	ОПК-1.3.1						
3	3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между химическим понятием, процессом или величиной (1–5) и его характеристикой или математическим выражением (А–Д). К каждой позиции из левого столбца подберите соответствующую позицию из правого столбца. <table><tr><td>1.Закон действующих масс для гомогенной реакции $aA+bB\rightarrow cC+dD$</td><td>А. Тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния системы и не зависит от пути перехода.</td></tr><tr><td>2.Закон Гесса</td><td>Б. $\Delta G = \Delta G^0 + RT\ln \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$</td></tr><tr><td>3. Молярная концентрация эквивалента (нормальность)</td><td>В. При повышении температуры на каждые 10 °С скорость гомогенной реакции</td></tr></table>	1.Закон действующих масс для гомогенной реакции $aA+bB\rightarrow cC+dD$	А. Тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния системы и не зависит от пути перехода.	2.Закон Гесса	Б. $\Delta G = \Delta G^0 + RT\ln \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$	3. Молярная концентрация эквивалента (нормальность)	В. При повышении температуры на каждые 10 °С скорость гомогенной реакции	ОПК-1.3.1
1.Закон действующих масс для гомогенной реакции $aA+bB\rightarrow cC+dD$	А. Тепловой эффект реакции зависит только от начального и конечного состояния системы и не зависит от пути перехода.							
2.Закон Гесса	Б. $\Delta G = \Delta G^0 + RT\ln \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}$							
3. Молярная концентрация эквивалента (нормальность)	В. При повышении температуры на каждые 10 °С скорость гомогенной реакции							

		увеличивается в 2–4 раза	
	4.Уравнение изотермы Вант-Гоффа	Г. $C_N = \frac{m_{\text{вещества}}}{M_{\text{вещества}} \cdot V_{\text{раствора}}} \cdot \frac{\text{МОЛЬ} \cdot \text{Л}}{\text{ЭКВ}}$	
	5.Правило Вант-Гоффа (для скорости реакции)	Д. $v = k \cdot [A]^a [B]^b$	
	Ответ: $\frac{1}{Д} \frac{2}{А} \frac{3}{Г} \frac{4}{Б} \frac{5}{В}$		
4	4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор. Расположить элементы ПА подгруппы в порядке усиления металлических свойств: a. Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra; b. Mg, Be, Ca, Ra, Sr, Be; c. Ca, Mg, Be, Sr, Ra, Ba; d. Sr, Ra, Ba, Ca, Be, Mg; e. Ra, Ba, Sr, Ca, Mg, Be Аргументированный ответ: С увеличением атомного радиуса увеличиваются восстановительные свойства, то есть металлические, радиус в ПСЭ в подгруппе сверху вниз увеличивается, соответственно и металличность увеличивается Правильный ответ: а		ОПК-1.3.1
5.	5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Прочитайте задание и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Какие квантовые числа полностью характеризуют энергию электрона Эталонный ответ: В квантовой механике каждая АО определяется тремя квантовыми числами: n – главное квантовое число, определяет общий запас энергии (принимает значения 1,2,3 и т.д. до ∞), l – орбитальное квантовое число определяет орбитальный момент количества движений электрона (принимает значения 0,1,2,3 и т.д. до $n-1$). Каждому значению главного квантового числа, соответствует n значений орбитального квантового числа l. Орбитальный момент количества движений, это вектор, (L) его абсолютная величина принимает строго определённые квантовые значения. Таким образом, обозначение любого подуровня определяется двумя квантовыми числами, главным и орбитальным квантовыми числами. m_l – магнитное квантовое число определяет возможные значения проекции орбитального момента количества движения электрона на фиксированное направление в пространстве. m_s – спиновое квантовое число – собственный магнитный момент импульса, проекция вектора спина на определённое направление		ОПК-1.3.1

	внешнего поля, может принимать значения $m_s = \pm \frac{1}{2}$. Таким образом, полную энергию электрона характеризуют: n – главное квантовое число и l – орбитальное квантовое число.	
6	1тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Закон, который гласит, что количество газа, растворенного в жидкости, пропорционально его парциальному давлению: а.законДальтона б. закон Гей Люссака с.законГенри д. закон Рауля правильный ответ с. Обоснование ответа: Закон, по которому при постоянной температуре растворимость (концентрация) газа в данной жидкости прямо пропорциональна давлению этого газа над раствором .описан английским химиком У. Генри Закон пригоден лишь для идеальных и предельно разбавленных растворов и невысоких давлений. $C_M = K \cdot P$, K – константа Генри, P– парциальное давление, C_M – молярная концентрация.	ОПК-1.У.1
7.	2тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Скорость химических реакций (факторы, влияющие на скорость). Инструкция: Прочитайте текст. Выберите два верных утверждения из четырёх предложенных. Запишите обоснование (аргументы) вашего выбора. Реакция $A(тв.) + 2B(г) \rightarrow C(г) + D(г) + Q$ (экзотермическая) проводится в закрытом реакторе при постоянном давлении. Для увеличения скорости реакции в 4 раза при неизменном объёме реактора инженер предложил: 1.увеличить давление в системе в 2 раза; 2. увеличить концентрацию газа В в 2 раза; 3. уменьшить температуру на 20°C (температурный коэффициент $\gamma = 2$) 4. измельчить твёрдое вещество А Выберите два верных варианта из четырёх: А) 1 и 2 В) 2 и 3 С) 2 и 4 D) 1 и 4 (ключ)правильный ответ: С) 2 и 4 Обоснование выбора: 1.Для варианта 2 (увеличить концентрацию В в 2 раза): Скорость реакции зависит от концентрации газообразного реагента В (по закону действующих масс для гетерогенной реакции: $v=k \cdot [B]^2$ $v=k \cdot [B]^2$, так как твёрдое вещество А не входит в	ОПК-1.У.1

	кинетическое уравнение, если его площадь поверхности постоянна). Увеличение $[B][B]$ в 2 раза при $2n=2$ (степень = стехиометрическому коэффициенту) даёт увеличение скорости в $2^2=4$ раза. Это прямое и точное выполнение условия задачи (увеличение скорости ровно в 4 раза). 2.Для варианта 4 (измельчить твёрдое вещество А): В гетерогенной реакции скорость лимитируется площадью контакта фаз. Измельчение А резко увеличивает удельную поверхность твёрдого реагента, что увеличивает число столкновений молекул В с поверхностью А.									
8	тип3) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие.. Установите соответствие между типом химической связи (левый столбец) и характерным свойством или примером вещества (правый столбец). <table><tr><td>1. Металлическая связь</td><td>А. Высокая твёрдость, очень высокая температура плавления, диэлектрик (алмаз)</td></tr><tr><td>2. Ионная связь</td><td>Б. Электропроводность, ковкость, металлический блеск (медь)</td></tr><tr><td>3. Ковалентная неполярная связь</td><td>В. Повышенная температура кипения спиртов по сравнению с углеводородами</td></tr><tr><td>4. Водородная связь (межмолекулярная)</td><td>Г. Хрупкость, высокая температура плавления, электропроводность в растворе (NaCl)</td></tr></table> Ответ: $\frac{1}{Б} \frac{2}{Г} \frac{3}{А} \frac{4}{В}$	1. Металлическая связь	А. Высокая твёрдость, очень высокая температура плавления, диэлектрик (алмаз)	2. Ионная связь	Б. Электропроводность, ковкость, металлический блеск (медь)	3. Ковалентная неполярная связь	В. Повышенная температура кипения спиртов по сравнению с углеводородами	4. Водородная связь (межмолекулярная)	Г. Хрупкость, высокая температура плавления, электропроводность в растворе (NaCl)	ОПК-1.У.1
1. Металлическая связь	А. Высокая твёрдость, очень высокая температура плавления, диэлектрик (алмаз)									
2. Ионная связь	Б. Электропроводность, ковкость, металлический блеск (медь)									
3. Ковалентная неполярная связь	В. Повышенная температура кипения спиртов по сравнению с углеводородами									
4. Водородная связь (межмолекулярная)	Г. Хрупкость, высокая температура плавления, электропроводность в растворе (NaCl)									
9	Тип4) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Прочитайте текст и установите последовательность в порядке увеличения массы растворённого Na_2SO_4, вещества, объемы растворов одинаковые, плотность принять ≈ 1, если концентрация этих растворов: а. 0,1процентная б. 0.1молярная с. 0.1нормальная d.0.1 моляльная Запишите соответствующую последовательность букв слева	ОПК-1.У.1								

	направо. Правильный ответ: a,c,d,b	
10	тип 5) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Проанализируйте три вещества: Алмаз (ковалентная кристаллическая решетка), Медь (металлическая кристаллическая решетка), Полиэтилен низкой плотности (аморфно-кристаллический полимер). Для каждого вещества: 1.Опишите тип химической связи и тип кристаллической решетки (или надмолекулярной структуры) 2. Укажите не менее двух макроскопических свойств, вытекающих из его строения (например, твердость, электропроводность, пластичность, температура плавления, химическая стойкость). 3. Объясните механизм одного из этих свойств на атомно-молекулярном уровне. 4. Приведите пример технического применения, которое напрямую обусловлено описанным строением. Дополнительное задание (для углубленного ответа): Предложите, как можно изменить структуру полиэтилена, чтобы повысить его прочность и теплостойкость. Назовите полученный материал и укажите одно его техническое применение. (Ключ)Ответ 1. Алмаз - Связь: ковалентная неполярная (σ-связи, sp^3-гибридизация). Решетка: атомная, тетраэдрическая. Свойства: Максимальная твердость по Моосу (10). Очень высокая температура плавления ($>3700^\circ\text{C}$).Диэлектрик (отсутствие свободных электронов).Механизм твердости:все атомы углерода соединены прочными направленными ковалентными связями в трехмерный каркас. При внешнем воздействии смещение атомов требует разрыва большого числа связей, что энергетически невыгодно $\rightarrow$ высокая сопротивляемость царапанию. Техническое применение: алмазные буровые коронки (твердость позволяет разрушать горные породы). 2. Медь - связь: металлическая (электронный газ). Решетка: гранецентрированная кубическая (ГЦК), плотная упаковка. свойства:высокая электро- и теплопроводность. Высокая пластичность (ковкость), легко деформируется. Сравнительно невысокая прочность на разрыв. Механизм электропроводности:валентные электроны меди делокализованы и образуют «электронный газ». Под действием электрического поля они дрейфуют к положительному электроду, обеспечивая ток. Отсутствие ковалентных направленных связей позволяет электронам двигаться почти без рассеяния Техническое применение:кабели и провода (высокая электропроводность + пластичность для волочения). 3. Полиэтилен низкой плотности (ПЭНП)Связь: ковалентные (C–C, C–H) в цепях + слабые ван-дер-ваальсовы силы между цепями. Структура: частично кристаллическая (40–60%), остальное – аморфная фаза.Свойства: гибкость и эластичность. Низкая температура плавления ($\sim 110^\circ\text{C}$).Хорошая химическая стойкость к полярным растворителям	ОПК-1.У.1

	(воде, кислотам).Механизм гибкости. Слабые межмолекулярные силы между цепями позволяют им скользить друг относительно друга. В аморфных областях цепи могут поворачиваться и изгибаться, что обеспечивает низкую жесткость и эластичность.Техническое применение: Упаковочная пленка, изоляция кабелей.Дополнительное задание (повышение прочности и теплостойкости полиэтилена) Модификация:Создать сшитый полиэтилен (РЕХ) – введение поперечных ковалентных связей между цепями (радиационная или пероксидная сшивка).Измененные свойства:Повышение прочности и теплостойкости (до ~120–150 °С).Снижение ползучести.Снижение эластичности (материал становится термореактивным)	
11	тип1) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Период полураспада радиоактивного изотопа ^{14}C составляет 5730 лет. Если в археологическом образце осталось 12.5% от первоначального содержания ^{14}C , сколько лет прошло с момента гибели организма? 1. 5730 лет 2. 11460 лет 3. 17190 лет 4. 22920 лет Ответ 17190 лет $2.5\% = 1/8$. За 1 период полураспада остается 50%, за 2 -> 25% $3 \cdot 5730 = 17190$ лет	ОПК-3.В.1
12	2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Условие: Для реакции $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ экспериментально найден закон скорости химической реакции: $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ Выберите все верные утверждения. 1.Общий порядок реакции равен 3 2.Размерность константы скорости k (в системе СИ, концентрация в моль/м³, время в с) – м⁶·моль⁻²·с⁻¹ 3.Если увеличить концентрацию А в 2 раза, скорость возрастёт в 4 раза 4.Если увеличить концентрацию В в 2 раза, скорость возрастёт в 2 раза 5.Если одновременно увеличить [А] в 2 раза и [В] в 2 раза, скорость	

	возрастёт в 8 раз Выберите верные варианты: А) 1, 3, 4, 5 Б) 1, 2, 3, 4 В) 2, 4, 5 Г) все верны Ответ с обоснованием: Правильный вариант: Г (все верны). (1) Порядок = степень по А (2) + степень по В (1) = 3 – верно. (2) $v = k \cdot [A]^2[B] \rightarrow \text{моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{с}) = k \cdot (\text{моль}/\text{м}^3)^2 \cdot (\text{моль}/\text{м}^3) = k \cdot (\text{моль}^3/\text{м}^9) \rightarrow k = \text{м}^6/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$ верно. (3) $[A] \cdot 2 \rightarrow (2)^2 = 4$ раза – верно. (4) $[B] \cdot 2 \rightarrow 2 \cdot 1 = 2$ раза – верно. (5) $2^2 \cdot 2^1 = 4 \cdot 2 = 8$ – верно.	
13	3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В контакте находятся металлы в различных средах какие процессы протекают на катоде. a. Zn/Fe pH <7 1. $\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}^0$ б. Cu/Fe pH >7 2. $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4 \bar{e} \rightarrow 4\text{OH}$ в. Pb/Fe pH ≈ 7 3. $\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}^0$ д. Ni/Cu pH <7 4. $2\text{H}_2\text{O} - 4 \bar{e} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ 5. $2\text{H}^+ + 2 \bar{e} \rightarrow \text{H}_2^0$	ОПК-3.В.1
14	Тип 4) Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Прочитайте текст и установите последовательность металлов, которые восстанавливаются на катоде при электролизе растворов солей: 1. Сульфат Меди, 2. Нитрат серебра, 3. Сульфат железа, 4. Сульфат цинку. Правильный ответ: 2,1,3,4.	ОПК-3.В.1
15	Тип 5) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Дайте определение раствора, укажите свойства растворов и способы выражения концентраций. (ключ)Эталон ответа: Раствор-это однородная гомогенная система состоящая из растворителя растворённого вещества и продуктов их взаимодействия. (ионы, молекулы) Основной характеристикой раствора является его состав. Состав определяется концентрациями: процентная: $C_{\%(\text{масс})} = \frac{m_1}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$	ОПК-3.В.1

	$C_M = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V},$ молярная: $C_N = \frac{m}{M^{\circ} \cdot V},$ нормальная: $C_m = \frac{m_{\text{вещества}} \cdot 1\text{кг}}{M_{\text{вещества}} \cdot m_{\text{растворителя}}} \text{ моль / кг}$ моляльная:	
16	1 тип)Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. При электролизе водного раствора ... на электродах происходят процессы: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-, \quad \text{S}^{2-} - 2\text{e} = \text{S}^0$ a. Na_2SO_4; b. CdSO_4 ; c. CuS ; d. Na_2S ; e. Na_2SO_3 Правильный ответ d. Обоснование: Соль, образованная активным металлом, электродный потенциал металла меньше потенциала водорода из воды(-0,76В), поэтому на катоде восстанавливается водород из воды, На аноде окисляется кислород из воды, так как электродный потенциал $\varphi_{\text{S}^{2-}/\text{S}}^0 = -0,48\text{В}$ меньше чем электродный потенциал $\varphi_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 = +1,36\text{В}$	ОПК-3.У.1
17	2 тип)Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Процесс $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} = \text{Fe}^0$ происходит в гальваническом элементе, концентрации солей 1моль/л a. $\text{Mg} \text{MgCl}_2 \text{FeSO}_4 \text{Fe}$ b. $\text{Fe} \text{FeCl}_2 \text{NiCl}_2 \text{Ni}$ c. $\text{Al} \text{AlCl}_3 \text{FeCl}_2 \text{Fe}$ d. $\text{Fe} \text{FeSO}_4 \text{CuSO}_4 \text{Cu}$ Правильный ответ: а, с. Обоснование: Процесс восстановления происходит на электроде, потенциал которого более электроположительный. $\varphi_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0,25\text{В}$ $> \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44\text{В}$ Восстановитель Ni^{2+} $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = +0,34\text{В} > \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44\text{В}$ Восстановитель Cu^{2+} $\varphi_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}}^0 = -1,66\text{В} < \varphi_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44\text{В}$ Восстановитель Fe^{2+}	ОПК-3.У.1

	$\varphi_{Mg^{2+}/Mg}^0 = -2,36B < \varphi_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44B$ Восстановитель Fe^{2+}									
18	3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия. Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце. В контакте находятся металлы в различных средах какие процессы протекают на катоде. a. Zn/Fe pH <7 1. $Pb^{2+} + 2e = Pb^0$ b. Cu/Fe pH >7 2. $O_2 + 2H_2O + 4 \bar{e} \rightarrow 4OH$ c. Pb/Fe pH ≈ 7 3. $Fe^{2+} + 2e = Fe^0$ d. Ni/Cu pH <7 4. $2H_2O - 4 \bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$ 5. $2H^+ + 2 \bar{e} \rightarrow H_2^0$ Ответ: <table><tr><td>a</td><td>b</td><td>c</td><td>d</td></tr><tr><td>5</td><td>2</td><td>2</td><td>5</td></tr></table>	a	b	c	d	5	2	2	5	ОПК-3.У.1
a	b	c	d							
5	2	2	5							
19	4 тип)Задание закрытого типа на установление последовательности. Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо. Прочитайте текст и установите последовательность возрастания значения рН их водных растворов для следующих веществ: 1. Сульфат железа(III) 2. Нитрат лития , 3. Силикат калия, 4.Серная кислота Правильный ответ: 4 → 1 → 2 → 3.	ОПК-3.У.1								
20	Тип 5) Задание открытого типа с развернутым ответом. Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Определение кристаллизационной воды. Условие: Лаборанту необходимо экспериментально доказать, что кристаллогидрат сульфата меди(II) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ содержит воду, и количественно определить ее массовую долю. Предложите тип оборудования (название установки или прибора), который позволит это сделать. Аргументируйте выбор, указав физико-химическое явление, лежащее в основе метода, и почему другие типы нагревательных приборов (например, открытая спиртовка или муфельная печь без контроля массы) не подойдут для количественного определения. Ключ: Необходимо контролировать потерю массы при нагревании до строгой температуры разложения (около 250°C). Открытая спиртовка вызовет локальный перегрев и разложение сульфата до оксида меди, а не до безводного $CuSO_4$ Весы должны быть аналитическими (точность до 0,0001 г), так как изменение массы при испарении воды будет небольшим.	ОПК-3.У.1								

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.3) и темам (табл.4).

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание и требования к выполнению лабораторных работ приведены в методических указаниях:

- Химия : Определение химического эквивалента металла [Электронный ресурс] : Практикум сост.: Т. Е. Крылова - СПб. : Изд-во ГУАП, 2025. - 24 с.
- Химия. Тепловой эффект (энтальпия) химической реакции : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Т. Е. Крылова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2023. - 22 с.
- Химия : Химические реакции, вызывающие электрический ток, электродные потенциалы и электродвижущие силы : [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторной работы / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: Т. Е. Крылова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2022. - 24 с.
- Крылова, Т. Е. Химия. Коррозия металлов: : [Электронный ресурс] учеб.-метод. пособие / Т. Е. Крылова. – СПб.: ГУАП, 2023. – 36 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Цель работы.
2. Лабораторное оборудование.
3. Описание эксперимента.
4. Обработка результатов

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчёт должен содержать титульный лист, а его содержание соответствовать оформлению, согласно ГОСТ 7.0.100-2018 (заполненные таблицы с полученными экспериментальными данными) Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/regdocs/docs/uch>

1. Выполнены необходимые расчёты.
2. Построены графические зависимости от заданных параметров.
3. Сделаны выводы.
4. Выполнены контрольные задания на тему лабораторной работы.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

1. Защита лабораторных работ
2. Выполнение проверочной работы по теме лабораторной работы
3. решение задач по теме лабораторной работы.
4. Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, посещении лекций, выполнении лабораторных работ, коллоквиумов, ответа теоретического материала на зачёте с оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В течение семестра обучающемуся необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ, ответить на вопросы не ниже оценки «удовлетворительно». В случае невыполнения вышеизложенного, обучающийся, при успешном прохождении промежуточной аттестации в форме диф зачёта, не может получить аттестационную оценку выше «хорошо». Оценивание в ходе промежуточной аттестации осуществляется с использованием вопросов, приведенных в таблице 16, и тестов, приведенных в таблице 18.

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» <https://docs.guap.ru/smk/3.76.pdf>

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой