

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии

Д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

«11» 10 2021 г.

Рабочая программа дисциплины  
Химия

Направление

11.03.04 - Электроника и микроэлектроника

Профиль подготовки

Микро- и микроэлектроника, диагностика микро- и  
биомедицинских систем

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 год

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Курчаткин Сергей Петрович		11.10.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		11.10.21
Заведующий кафедрой	Черкасов Дмитрий Геннадьевич		11.10.21
Специалист Учебного управления			

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химия» являются: изучить основные положения, законы и методы исследования химии на основе изучения строения и свойств неорганических веществ, современных представлений о химической связи в неорганических соединениях; научить студентов простым расчетам химических процессов; приобретение навыков при работе с химическим оборудованием, химическими приборами и использование данных знаний в своей специализации.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Химия» входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП.

Данная дисциплина входит в состав естественнонаучного цикла. Она логически связана с дисциплинами «Математика», «Информатика», «Физика», «Материаловедение».

Освоение данной дисциплины как предшествующей желательно для изучения некоторых других дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности», «Материалы электронной техники и наноэлектроники», «Физико-химические основы технологии электроники и наноэлектроники», «Технология материалов и структур электроники».

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>1.1_Б.ОПК-1.</b> Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов <b>2.1_Б.ОПК-1.</b> Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера <b>3.1_Б.ОПК-1.</b> Использует знания физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности	Знания – основные законы и понятия химии; - правила и методы составления реакций; - теории строения неорганических веществ; - термодинамическую и кинетическую устойчивость неорганических соединений; - физические и химические свойства неорганических соединений.  Умения – самостоятельно использует основные положения, законы и понятия химии: - записывает электронные конфигурации атомов и ионов элемента в основном состоянии; - определяет положение элементов в периодической системе на основании их электронной формулы; - сопоставляет различные свойства элементов, руководствуясь их положением в периодической системе; - использует теорию строения соединений для оценки физических и химических свойств

		<p>соединений и материалов;</p> <p>- записывает уравнения химических реакций и проводит расчет по данным уравнениям.</p> <p>Навыки –</p> <p>способен к экспериментальным исследованиям и использованию основных приемов обработки полученных данных;</p> <p>- самостоятельно составляет окислительно-восстановительные реакции, определяя продукты взаимодействия веществ;</p> <p>- самостоятельно выбирает методы анализа материалов, работает с аппаратурой и химическими приборами;</p> <p>- владеет навыками и приемами использования законов химии при решении конкретных инженерных задач.</p>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Се м е ст р	Н е д е л я с е м е с т р а	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек ции	Л а б о р а т о р н ы е	Са мо с т о я т е л ь н ы е	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вводная лекция. Основные положения и законы химии. Основные классы неорганических соединений.	4	1-3	6	12	4	22	Тесты, письменный отчет по лабораторной и самостоятельной работам
2	Теория строения атома. Основные положения квантовой механики. Квантовые числа. Формы электронных облаков, электронная структура многоэлектронных атомов.	4	4	2	-	4	6	Тестовый отчет по самостоятельной работе.
3	Периодический закон и периодическая система в свете современных представлений о строении атома	4	5	2	4	2	8	Устный отчет по самостоятельной работе (диалог). Контрольная работа.

4	Теория химической связи. Строение кристаллических веществ.	4	6	2	4	2	8	Тестовый отчет по самостоятельной работе.
5	Кинетика химических процессов. Химическое равновесие. Фазовые равновесия. Гетерогенные процессы. Катализ.	4	7	2	4	4	10	Тесты, письменный отчет по лабораторной и самостоятельной работам.
6	Окислительно-восстановительные реакции.	4	8	2	8	8	18	Тесты, письменный отчет по лабораторной и самостоятельной работам. Контрольная работа
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>						<b>Зачет, контрольная работа</b>
	<b>Итого:</b>			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>72</b>	

## Содержание учебной дисциплины

### 1. Вводная лекция. Основные положения и законы химии.

Химия как предмет естествознания. Представление о дифференциации и интеграции наук. Предмет и задачи химии. Роль химии в других науках естественного цикла.

Материя и движение. Формы существования материи и движения. Вещество и поле. Химическая форма движения. Развитие материалистических представлений в химии. Абсолютные массы и размеры атомов и молекул. Относительность молекулярных масс веществ. Законы сохранения массы и энергии. Связь массы и энергии. Дальтонида и бертоллиды. Законы стехиометрии: постоянства состава. Ограниченность стехиометрических законов. Современная формулировка стехиометрических законов. Закон объёмных отношений Гей-Люссака. Закон Авогадро. Молярный объём газов. Число Авогадро. Объединённый газовый закон (уравнение Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная; её размерность и физический смысл. Определение молярных масс молекул газов и парообразных веществ: а) метод Авогадро по относительной плотности; б) методы, основанные на уравнении состояния. Типы химических реакций.

Получение, классификация и свойства неорганических соединений. Оксиды. Кислоты. Основания. Соли.

### 2. Строение атома.

Открытия, свидетельствующие о сложности строения атома. Модель строения атома Томсона. Планетарная модель строения атома Резерфорда и её недостатки.

Состав атомов. Характеристические рентгеновские спектры металлов. Закон Мозли. Квантовая теория света. Уравнение Планка. Теория строения атома по Бору. Развитие теории Бора. Дальнейшее развитие теории Бора

(работы Зоммерфельда). Ограниченность взглядов Бора-Зоммерфельда. Квантовомеханические представления о строении атома. Представление о квантовых свойствах электрона; корпускулярно-волновой дуализм. Принцип неопределённости Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Представление о форме электронных облаков. Понятие о квантовых числах - главном, орбитальном, магнитном, спиновом. Энергетические уровни электронов в атоме. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами. Принцип минимума энергии. Правило Хунда. Принцип Паули. Максимальная ёмкость энергетических уровней и подуровней. Электронные формулы элементов периодической системы, s-, p-, d- и f- элементы.

*3. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева в свете современных представлений о строении атома.*

Ранние схемы классификации элементов. Периодический закон и его физический смысл. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Характеристика периодов и групп. Изменение свойств элементов по периодам и группам. Главные и побочные подгруппы. Положение лантаноидов и актиноидов в периодической системе. Размеры атомов и ионов. Потенциалы ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность. Относительная шкала электроотрицательности. Периодические и непериодические свойства атомов. Вторичная периодичность. Общенаучное и философское значение периодического закона.

*4. Химическая связь. Строение кристаллических веществ. Зонная теория кристаллов.*

Развитие представлений о химической связи. Квантовомеханическая теория химической связи. Кривая потенциальной энергии для молекулы водорода по Гейтлеру и Лондону. Основные характеристики химической связи: длина связи, энергия связи, кратность, валентные углы. Основные типы химической связи, ионная, ковалентная, металлическая. Ковалентная связь. Квантовомеханические методы трактовки химической связи. Метод валентных связей (ВС), его основные положения. Механизмы образования связи-обменный и донорно-акцепторный. Свойства химической связи: насыщаемость, направленность. Концепция гибридизации. Условия устойчивой гибридизации. Представление о геометрии молекул. Полярность и поляризуемость связи. Дипольный момент молекул. Понятие о  $\sigma$ -,  $\pi$ - и  $\delta$ -связях. Достоинства и недостатки метода ВС. Связи с избытком и дефицитом электронов. Одноэлектронные и трёхэлектронные связи.

Ионная связь. Ненасыщаемость и ненаправленность ионной связи. Межмолекулярное взаимодействие. Силы Ван-дер-Ваальса. Ориентационное, индукционное и дисперсное взаимодействие. Водородная связь. Твердые тела. Порядок расположения частиц (атомов, молекул, ионов) в кристаллах. Типы кристаллических решеток (атомная, молекулярная, ионная и металлическая). Островные, цепные и слоистые структуры. Координационные структуры. Энергия кристаллической решетки. Зависимость пластичности и хрупкости твердых тел от типа пространственной решетки. Влияние валентного состояния на размеры атома. Зонная теория кристаллов. Энергетические уровни в кристаллах. Валентная зона, запрещенная зона, зона проводимости. Схема

расположения зон в проводниках, полупроводниках, изоляторах. Дефекты кристаллов. Полиморфизм. Аморфное состояние веществ.

*5. Кинетика химических процессов. Фазовые равновесия. Катализ.*  
Скорость химических реакций. Влияние природы реагирующих веществ на скорость химической реакции. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакции и её физический смысл. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Кривая распределения молекул по энергии. Энергия активации. Условия эффективных соударений молекул.

Типы химических реакций. Катализ положительный и отрицательный. Катализаторы, ингибиторы и промоторы. Влияние катализатора на скорость химической реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Действие катализатора на энергетические характеристики химических процессов. Автокатализ.

Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Константа химического равновесия и её физический смысл. Влияние внешних факторов на состояние химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Фазовые равновесия в системах.

#### *6. Окислительно-восстановительные процессы.*

Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительная двойственность. Принцип составления уравнений окислительно-восстановительных реакций различного типа - межмолекулярного, внутримолекулярного окисления-восстановления, диспропорционирования, компропорционирования и самоокисления - самовосстановления. Влияние кислотности среды на изменение степени окисления реагирующих веществ. Методы подбора коэффициентов окислительно-восстановительных реакций. Электродные потенциалы и направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению «Электроника и микроэлектроника» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Формы занятий:

- лекции с демонстрационным экспериментом;
- лабораторные работы;
- контрольная работа;
- самостоятельная работа студентов (освоение теоретического материала, письменные домашние задания, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных работ, подготовка к текущему и итоговому контролю).

Лекции составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных вопросах, стимулировать активную познавательную деятельность студентов и способствовать формированию творческого мышления.

Ведущим методом в лекции является устное изложение учебного материала, сопровождающееся демонстрационным химическим экспериментом. На вводной лекции студентам сообщается план и особенности изучения дисциплины, а также рекомендуемая литература.

Лабораторные работы имеют целью практическое освоение теоретического материала, овладение навыками экспериментальных работ и анализа полученных результатов, выполнение правил техники безопасности при работе в химической лаборатории.

### **Лабораторные работы**

1. Вступительная беседа. Правила работы в химической лаборатории. Основные классы неорганических соединений: оксиды, основания (способы получения, свойства).
2. Основные классы неорганических соединений: кислоты, соли (способы получения, свойства).
3. Основные законы химии. Определение молекулярной массы углекислого газа.
4. Скорость химических реакций.
5. Химическое равновесие
6. Окислительно-восстановительные реакции

При самостоятельной подготовке к лабораторной работе студент должен подготовить теоретический материал по данной теме, используя лекции, методическое пособие и учебник. После теоретической подготовки студент должен в тетради написать уравнения реакций соответствующего эксперимента и выполнить упражнения в конце каждой темы. Самостоятельная подготовка студентов проверяется тестированием. Каждый студент получает индивидуальную перфокарту с 5 вопросами (приложение). При этом студент может получить от 0 до 5 баллов. Если студент получает 3 балла и выше, он допускается до выполнения практической работы. Наблюдения за химическим экспериментом и выводы записываются в тетрадь. После оформления работы каждый студент отчитывается преподавателю по каждой работе. При изучении некоторых тем можно использовать ролевые игры. Затруднение вызывает изучение темы «Окислительно-восстановительные реакции», поэтому при изучении этой темы можно использовать ролевую игру «Знаешь сам, помоги другому». Группа из 12 человек делится на 3 группы по 4 человека. Желательно, чтобы в каждой подгруппе был сильный студент. Каждый студент получает окислительно-восстановительное уравнение, в котором необходимо расставить коэффициенты, определить окислитель и восстановитель и тип окислительно-восстановительной реакции. Затем все четверо обсуждают проделанную работу, если у кого-то возникают трудности, то он получает помощь товарища. При необходимости можно получить консультацию у преподавателя. Во время этой игры каждый студент должен рассмотреть 4

уравнения реакций на все типы окислительно-восстановительных реакций. А всего каждая группа рассматривает 16 уравнений реакций (приложение 3).

*Для учебно-методического сопровождения студентов с ОВЗ и инвалидов возможно применение дистанционного обучения, которое размещается на сайте университета [course.sgu.ru](http://course.sgu.ru). Проводятся консультации преподавателями on-line. В процессе обучения выстраивается индивидуальный образовательный маршрут для каждого студента с ОВЗ и инвалидов, применяются технологии поэтапного включения студентов с ОВЗ и инвалидов в образовательный процесс, ориентированных на самообразование. При организации учебного процесса со студентами с ОВЗ и инвалидов преподаватель учитывает время на подготовку студентов при отчете и зачете. Для подготовки к занятиям и работы в интернете у студентов с ОВЗ и инвалидов в Институте химии имеется ноутбук.*

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**Самостоятельная работа:**

- Освоение теоретического материала.
- Подготовка к текущему тестированию.
- Выполнение письменных домашних заданий.
- Оформление лабораторной работы.
- Подготовка к контрольной работе.

При освоении теоретического материала и выполнении письменных домашних заданий студентам рекомендуется использовать литературу, а также учебные пособия и Интернет-ресурсы.

**Формы контроля:**

- Выполнение и оформление лабораторных работ
- Письменное домашнее задание (Приложение 1)
- Текущее тестирование (Приложение 2)
- Отчет по лабораторной работе
- Контрольная работа (Приложение 3)
- Билеты к зачету (Приложение 4)

**Перечень вопросов для зачета**

1. Основные представления о квантовых числах (главном, орбитальном, магнитном, спиновом).
2. Скорость химических реакций. Факторы, влияющие на скорость
3. Химическое равновесие. Константа равновесия. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.  
3 Закон Авогадро и вытекающие из него следствия. Постоянная Авогадро.
4. Формы электронных орбиталей. Расположение s-, p-, d- и p-элементов в периодической системе химических элементов.
5. Понятие о скорости химических реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций.
6. Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакций.
7. Закон действующих масс. Константа скорости и её физический смысл.



8. Понятие об идеальном газе. Закон Клапейрона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная, ее физический смысл.
9. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
10. Порядок заполнения атомных орбиталей электронами. Принцип минимума энергии, принцип Паули, правило Хунда, правила Клечковского.
11. Окислительно-восстановительные реакции. Степень окисления (СО). Правила вычисления СО.
12. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
13. Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа.
14. Законы сохранения массы и энергии. Дальтонида и бертолида. Законы стехиометрии постоянства состава.
15. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
16. Максимальная емкость энергетических уровней и подуровней. Устойчивое состояние атома. Провал электрона в атомах хрома и меди.
17. Типы окислительно-восстановительных реакций. Примеры.
18. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
19. Периодический закон и периодическая система в свете современных представлений о строении атома.
20. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Константа равновесия.
21. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
22. Открытия, свидетельствующие о сложности строения атома. Модель строения атома Томсона. Планетарная модель строения атома Резерфорда и ее недостатки.
23. Выражение скорости химической реакции по закону действующих масс для гомогенных и гетерогенных реакций. Константа скорости, ее физический смысл. Факторы, влияющие на константу скорости.
24. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
25. Кривая потенциальной энергии для молекулы водорода Гейтлера и Лондона. Ковалентная связь.
26. Типичные окислители и восстановители. Примеры реакций.
27. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
28. Основные положения метода валентных связей. Обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связи. Полярная и неполярная ковалентная связь.
29. Состав атомов. Изотопы. Теория строения атома по Бору.
30. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
31. Окислительно-восстановительная двойственность. Типы окислительно-восстановительных реакций: межмолекулярные, внутримолекулярные, диспропорционирования, усреднения.
32. Ионная связь. Ненаправленность, ненасыщаемость.
33. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
34. Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции. Важнейшие окислители и восстановители.

35. Катализатор. Типы каталитических реакций. Промоторы и ингибиторы реакций. Влияние введения катализатора на энергию активации реакции.
36. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции:
37. Направленность химической связи. Концепция гибридизации. Условия устойчивой гибридизации. Элементарные представления о геометрии молекул.
38. Кислоты. Способы получения, физические и химические свойства.
39. Основания. Способы получения оснований. Щелочи. Химические свойства. Номенклатура оснований.
40. Правила заполнения орбиталей электронами в атоме.
41. Оксиды – основные, кислотные, амфотерные. Способы получения, физические и химические свойства. Применение. Номенклатура.
42. Ионная связь. Ненаправленность и ненасыщенность ионной связи. Металлическая связь.
43. Соли – средние, кислые, основные. Способы получения солей. Физические и химические свойства. Номенклатура солей.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

**Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	8	40	0	17	0	5	30	<b>100</b>

### *Программа оценивания учебной деятельности студента*

#### **4 семестр**

#### **Лекции – от 0 до 8 баллов**

Активность работы студентов оценивается от 0 до 1 балла

#### **Лабораторные занятия – от 0 до 40 баллов**

Контроль выполнения индивидуальных заданий, за каждый отчет или выступление по теме - от 0 до 5 баллов.

**Практические занятия** не предусмотрены

#### **Самостоятельная работа – от 0 до 17 баллов**

Контроль выполнения заданий в Рабочей тетради студента, за каждый конспект, текст по индивидуальной теме – от 0 до 2 балла.

**Автоматизированное тестирование** не предусмотрено.

**Другие виды учебной деятельности** – контрольная работа от 0 до 5 баллов.

#### **Промежуточная аттестация: (зачет – от 0 до 30 баллов)**

- ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается **от 21 до 30 баллов**
- ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается **от 11 до 20 баллов**
- ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» **от 6 до 10 баллов**
- ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» **от 0 до 5 баллов**.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Химия» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Химия» в оценку (зачет):

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Химия»**

### ***а) литература:***

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учеб. пособие. - М.: КНОРУС, 2009. - 746 с.
2. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учеб. пособие /под ред. В. А. Рабиновича, Х. М. Рубиной - М. : Интеграл-Пресс, 2015. - 240 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк, 2006, 610 с.
4. Захарова Т.В., Макушова, Г.Н., Кожина Л.Ф., Синегубова С.И., Капустина Е.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и неорганической химии: учеб. пособие. Изд. «Научная книга», 2010, 260 с.

### ***б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:***

#### ***Лицензионное программное обеспечение:***

1. MicrosoftWindowsPro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (70 шт.); MicrosoftWindowsVistaBusinessНомер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);
2. MicrosoftOfficeStandard 2003 SP3 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (2 шт.);
3. MicrosoftOfficeProfessional 2003 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07); Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008) (10 шт.).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.

#### ***Интернет-ресурсы:***

1. <http://www.russchembull.ru/rus/> - Известия РАН Химическая серия .
2. <http://www.xumuk.ru/> - Сайт о химии.
3. <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/> - Электронная библиотека по химии.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория.

Модели кристаллических решеток.

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева.

Химическая лаборатория для проведения лабораторных работ.

Технические средства обучения: компьютер, оверхед-проектор.

Химическое оборудование, приборы, реактивы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» по профилю подготовки «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор: профессор кафедры общей и неорганической химии  
Института химии СГУ, д.х.н.

С.П. Курчаткин

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии  
Института химии СГУ от 21 мая 2019 года, протокол № 15.

Программа актуализирована на заседании кафедры общей и неорганической  
химии Института химии СГУ от 11 октября 2021 года, протокол № 2.