

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
материаловедения и индустрии наносистем  
Академик РАН

  
В.М. Иевлев  
*подпись, расшифровка подписи*

23.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.03.01 Периодический закон и его роль в  
целенаправленном синтезе новых материалов**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**  
040402 – Химия, физика и механика материалов
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Химия, физика и механика новых функциональных материалов и наноматериалов
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** магистр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
Материаловедения и индустрии наносистем
- 6. Составители программы:**  
Миттова Ирина Яковлевна, доктор химических наук, профессор;  
Самойлов Александр Михайлович, доктор химических наук, профессор
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол №4 от 25.04.2023
- 8. Учебный год:** 2023 / 2024                      **Семестр(-ы):** 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование углубленного понимания этапов развития Периодического закона Д.И. Менделеева
- формирование углубленного понимания роли Периодического закона в синтезе новых функциональных материалов на основе подробного выяснения влияния знаний о периодических физико-химических свойствах химических элементов в целенаправленном синтезе новых химических элементов и новых функциональных материалов.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение эволюции содержания Периодического закона и Периодической таблицы химических элементов на протяжении трех этапов развития Периодического закона Д.И. Менделеева;
- формирование знаний о роли Периодического закона в поступательном развитии всего естествознания и человеческого общества в целом;
- углубленное изучение физического смысла Периодического закона на основании анализа тонких видов аналогии химических элементов;
- формирования понимания закономерностей периодического изменения физико-химических свойств элементов (атомных и эффективных радиусов, энергии ионизации, сродства к электрону, относительной электроотрицательности и др.);
- формирование понимания руководящего принципа Периодического закона в процессе прогнозирования функциональных свойств и методов синтеза новых материалов с заранее заданными свойствами, в том числе в наноразмерном состоянии;
- формирование у студента способностей и навыков к проведению экспериментальных и теоретических работ;
- умению обобщать и анализировать полученную информацию и экспериментальные результаты.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Учебный курс входит в блок Б1, вариативная часть, относится к дисциплинам по выбору, которая формируется участниками образовательных отношений.

Для освоения необходимы знания курсов «Неорганическая химия», «Структурная химия и кристаллохимия», «Материаловедение», «Физико-химия нанокластеров, наноструктур, наноматериалов», «Тонкие пленки и гетероструктуры».

В результате студенты будут уметь использовать Периодическую систему химических элементов в процессе прогнозирования и моделирования функциональных свойств новых материалов, знать основные химические свойства элементов Периодической системы и уметь прогнозировать свойства их соединений. Уметь применять Периодический закон, а также другие законы и положения химии для рассмотрения свойств элементов и образуемых ими соединений, раскрывая зависимость последних от химического строения. Теоретически освоят основные

способы синтеза и области применения современных материалов и сумеют реализовать эти знания на практике.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

а) профессиональные ПКВ-3.1, ПКВ-3.2

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен овладеть в профессиональной деятельности основными типовыми методами синтеза и анализа веществ, элементного и фазового состава, структуры и свойств материалов (включая наноматериалы)	ПК-3.1	Способен использовать знания о составе, структуре и свойствах материалов для решения задач материаловедения	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы развития Периодического закона Д.И. Менделеева, связанные с изменениями фундаментальных теорий о строении материи;</li> <li>- основные положения теории изотопов;</li> <li>- правило Маттауха - Щукарева, регламентирующего существование стабильных изотопов химических элементов;</li> <li>- основные типы ядерных реакций, используемых для синтеза новых химических элементов;</li> <li>- теоретические принципы, лежащие в основе синтеза новых химических (трансурановых) элементов;</li> <li>- закономерности изменения основополагающих физико-химических свойств (орбитальный атомный радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность) химических элементов в Периодической таблице;</li> <li>- основные положения теории кайносимметрии;</li> <li>- все виды тонкой атомной аналогии химических элементов в Периодической таблице;</li> <li>- принципы построения изоэлектронных рядов бинарных соединений;</li> <li>- закономерности трансформации кристаллических структур бинарных соединений в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи;</li> <li>- основные закономерности строения кристаллических структур эквиатомных бинарных соединений – структурные типы сфалерита, вюртцита, хлорида натрия;</li> <li>- основные закономерности изменения функциональных свойств соединения <math>A^{III}B^V</math>, <math>A^{II}B^{VI}</math>, <math>A^I B^{VII}</math> как «алмазоподобных» полупроводников;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для системати-</li> </ul>

			<p>ческого анализа и прогнозирования физико-химических свойств простых веществ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематического анализа и прогнозирования физико-химических свойств простых веществ;</li> <li>- использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематического анализа и прогнозирования физико-химических свойств бинарных соединений;</li> <li>- использовать Периодический закон Д.И. Менделеева для систематического анализа и прогнозирования физико-химических свойств тройных и более сложных химических соединений веществ;</li> <li>- использовать принципы построения изоэлектронных рядов бинарных соединений в целях прогнозирования их физико-химических свойств;</li> <li>- использовать закономерности трансформации кристаллических структур бинарных соединений в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи в целях прогнозирования их кристаллохимического строения;</li> <li>- использовать основные закономерности изменения функциональных свойств соединений <math>A^{III}B^V</math>, <math>A^{II}B^{VI}</math>, <math>A^I B^{VII}</math> как «алмазоподобных» полупроводников;</li> </ul> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами прогнозирования физико-химических свойств бинарных соединений на основе основополагающих физико-химических свойств (орбитальный атомный радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность) химических элементов;</li> <li>- методами прогнозирования физико-химических свойств тройных и более сложных соединений на основе основополагающих физико-химических свойств (орбитальный атомный радиус, энергия ионизации, энергия сродства к электрону, относительная электроотрицательность) химических элементов;</li> <li>- методом построения изоэлектронных рядов бинарных и тройных соединений семейства алмаза, кремния, германия и серого олова;</li> <li>- методом прогнозирования физико-химических свойств бинарных</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>соединений и тройных соединений на основе принципа построения изоэлектронных рядов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом прогнозирования кристаллохимическо-го строения бинарных соединений на основе закономерностей трансформации кристаллических структур в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи;</li> <li>- методом прогнозирования трансформации основных функциональных свойств соединений <math>A^{III}B^V</math>, <math>A^{II}B^{VI}</math>, <math>A^I B^{VII}</math> как «алмазоподобных» полупроводников на основе закономерности изменения атомных радиусов и относительной электроотрицательности химических элементов.</li> </ul>
		ПК-3.2	<p>Владеет основными методами синтеза и анализа веществ</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) в зависимости от положения химических элементов в ПС и природы химической связи;</li> <li>- критерии образования твердых растворов замещения в простых веществах;</li> <li>- критерии образования твердых растворов замещения на основе бинарных соединений АВ в катионной и анионной подрешетках;</li> <li>- закономерности изменения свойств твердых растворов в зависимости от положения заместителя в ПС и его содержания в растворе;</li> <li>- бинарные соединения, не подчиняющиеся правилу формальной валентности;</li> <li>- обобщенный критерий Музера – Пирсона;</li> <li>- критерии образования бинарных интерметаллических соединений и металлидных фаз;</li> <li>- критерии образования твердых растворов внедрения и фаз внедрения;</li> <li>- правило Хэгга;</li> <li>- роль фаз внедрения в синтезе новых функциональных материалов;</li> <li>- основные методы выращивания кристаллов: метод Чохральского, метод Бриджмена, метод Вернейля;</li> <li>- теоретические принципы легирования простых веществ и бинарных соединений с полупроводниковыми свойствами в целях получения материалов с заданными функциональными параметрами;</li> </ul>

			<p>- общие принципы формирования тройных соединений при замещении атомов в катионной и анионной подрешетках;</p> <p>- критерии образования кристаллических структур типа шпинели, прямые и обращенные шпинели;</p> <p>- критерии образования структур типа перовскита;</p> <p>- перовскитоподобные керамики как высокотемпературные сверхпроводники и материалы с эффектом гигантского магнетосопротивления;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- использовать закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) «алмазоподобных» полупроводников в зависимости от положения химических элементов в ПС и природы химической связи;</p> <p>- использовать полупроводниковые соединения как модельные объекты использования обусловленных положением элементов в ПС общехимических закономерностей при создании технологий получения новых материалов;</p> <p>- использовать полупроводниковые соединения и твердые растворы на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности изовалентного и гетеровалентного замещения;</p> <p>- определять катионоизбыточные и анионоизбыточные фазы в системах <math>A^I - B^V</math>, <math>A^{II} - B^V</math>, <math>A^{IV} - B^V</math> и других системах;</p> <p>- использовать металлохимические факторы элементов и приоритетные взаимоотношения между ними для прогнозирования физико-химических свойств бинарных соединений;</p> <p>- определять элементы в Периодической системе, склонные к образованию фаз внедрения типа <math>AB</math> и <math>AB_2</math>;</p> <p>- анализировать структуры типа <math>A_3B</math> (<math>Nb_3Ga</math>) в целях прогнозирования сверхпроводниковых свойств;</p> <p>- прогнозировать возможность образования соединений Курнакова <math>A_3B</math> и <math>AB</math> с учетом положения элементов в Периодической системе;</p> <p>- обосновывать основные закономерности целенаправленного поиска оптимального состава материалов с целью получения полупроводников с заданными свойствами с помощью диаграмм Эшби;</p> <p>- обосновывать основные закономер-</p>
--	--	--	---

			<p>ности целенаправленного поиска эффективных условий последующей обработки материалов с целью получения полупроводников с заданными свойствами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать критерии образования кристаллических структур типа шпинели <math>MgAl_2O_4</math> на основании положения химических элементов в Периодической системе;</li> <li>- анализировать научно-популярные и научные статьи с целью получения новых экспериментальных данных о принципах получения новых функциональных материалах, базирующихся на использовании Периодического закона;</li> </ul> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом прогнозирования использовать закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) «алмазоподобных» полупроводников в зависимости от положения химических элементов в ПС и природы химической связи;</li> <li>- методом прогнозирования возможности образования соединений Курнакова <math>A_3B</math> и <math>AB</math> как упорядоченные твердые растворы на основе анализа положения химических элементов в Периодической системе;</li> <li>- методом использования полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности целенаправленного синтеза объектов с заданными физико-химическими свойствами;</li> <li>- методами применения основных закономерностей изменения физико-химических свойств элементов в Периодической таблице при целенаправленном поиске оптимального состава полупроводников с заданными свойствами при помощи диаграмм Эшби;</li> <li>- методами прогнозирования основных закономерностей эффективных условий последующей обработки материалов при целенаправленном синтезе полупроводников с заданными свойствами;</li> <li>- общими принципами формирования тройных соединений при замещении в катионной и анионной подрешетках;</li> <li>- методом прогнозирования образования кристаллических структур типа прямых и обращенных</li> </ul>
--	--	--	---

				шпинелей; - методом прогнозирования распределение элементов по тетраэдрическим и октаэдрическим пустотам в плотнейших шаровых упаковках; - методом прогнозирования ферромагнитных свойств веществ со структурами типа шпинели; - методом моделирования изовалентного и гетеровалентного замещения при создании высокотемпературных сверхпроводников и материалов с эффектом гигантского магнетосопротивления; - общими научными методами легирования простых веществ и бинарных соединений с полупроводниковыми свойствами с целью управления типом проводимости и электрическими параметрами,
--	--	--	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108.**

**12.1 Форма промежуточной аттестации - зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			1 семестр	2 семестр	...
Контактная работа		54	54		
в том числе:	лекции	18	18		
	практические				
	лабораторные	36	36		
	курсовая работа				
Самостоятельная работа		54	54		
Промежуточная аттестация (для экзамена)					
Итого:		108	108		

**13.1 Содержание разделов дисциплины:**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Периодический закон Д.И. Менделеева - всеобщий	Периодизация химических элементов как актуальная проблема химии XIX столетия.	



	закон природы.	Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым. Триумф Периодического закона.	
1.2	Три этапа развития Периодического закона.	Открытие благородных газов и редкоземельных элементов-лантаноидов. Видоизменение Периодической таблицы. Предпосылки второго этапа развития Периодического закона. Опыт Э. Резерфорда. Учение о сложном строении атома. Закон Мозли. Установление физического смысла порядкового номера химического элемента в Периодической таблице. Современная формулировка Периодического закона. Постулаты Бора. Создание квантовой механики. Физический смысл Периодического закона. Современные варианты Периодической таблицы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.3	Периодическая система химических элементов и её структура.	Периодический закон как основа химической систематики. Периодическая система (ПС) химических элементов Д.И. Менделеева и её структура. Положение элемента в Периодической системе - главный фактор, определяющий его химическую природу. Тонкие виды аналогий химических элементов в Периодической таблице,	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.4	Основополагающая роль Периодического закона в синтезе новых химических элементов.	Установление физического смысла дробных значений относительной атомной массы. Открытие изотопов. Естественная радиоактивность. Ядерные реакции. Методы создания потоков частиц с высокой энергией. Искусственная радиоактивность. Синтез новых химических элементов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.5	Бинарные соединения и материалы на их основе.	Бинарные химические соединения. Изоэлектронные ряды бинарных соединений. Трансформация кристаллических структур бинарных соединений в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи. Эквивалентные бинарные соединения – структурные типы сфалерита, вюртцита, хлорида натрия. «Алмазоподобные» полупроводники. Закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи. Особенности структурного типа вюртцита и возможности его реализации в связи с положением элементов в ПС. Соединения $A^{IV}B^{VI}$ (халькогениды свинца) как полупроводники со структурой типа NaCl. Соединения $A^{III}_2B^{VI}_3$ ( $In_2S_3$ и т.п.) со стехиометрическими вакансиями – особенности строения и свойств. Бинарные соединения $AB_2$ – характерные структурные типы (кристобалит, рутил, флюорит, антифлюорит).	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.6	Твердые растворы.	Твердые растворы. Критерии образования	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

	Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы.	<p>твердых растворов замещения. Правило Руайе. Твердые растворы замещения на основе бинарных соединений АВ, катионное и анионное замещение. Закономерности изменения свойств твердых растворов в зависимости от положения заместителя в ПС и его содержания в растворе.</p> <p>Полупроводниковые соединения и твердые растворы на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности целенаправленного синтеза объектов с заданными свойствами. Бинарные соединения, не подчиняющиеся правилу формальной валентности. Обобщенный критерий Музера – Пирсона. Катионоизбыточные и анионоизбыточные фазы в системах <math>A^I - B^V</math>, <math>A^{II} - B^V</math>, <math>A^{IV} - B^V</math> и др. Металлохимические факторы элементов и приоритетные взаимоотношения между ними. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы. Соединения Курнакова <math>A_3B</math> и АВ как упорядоченные твердые растворы. Возможность их образования с учетом положения элементов в ПС. Структуры типа <math>A_3B</math> (<math>Nb_3Ga</math>) как сверхпроводники. Твердые растворы внедрения и фазы внедрения. Правило Хэгга. Элементы в ПС, склонные к образованию фаз внедрения типа АВ и <math>AB_2</math>. Роль фаз внедрения в материаловедении.</p>	<a href="/course/view.php?id=10133">/course/view.php?id=10133</a>
1.7	Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений.	<p>Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений. Общие принципы формирования тройных соединений при замещении в катионной и анионной подрешетках. Закономерности изменения природы химической связи и свойств в зависимости от положения элементов в ПС. Структурный тип халькопирита и «тетраэдрические» тройные полупроводниковые соединения.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.8	Материалы со структурой типа шпинели и перовскита.	<p>Структуры типа шпинели. Критерии их образования на основании положения элементов в ПС. Прямые и обращенные шпинели, распределение элементов по тетраэдрическим и октаэдрическим пустотам в плотнейших шаровых упаковках. Шпинели как ферромагнетики. Ферриты. Структурный тип перовскита. Возможности изовалентного и гетеровалентного замещения. Перовскитоподобные керамики как высокотемпературные сверхпроводники и материалы с эффектом гигантского магнетосопротивления.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
1.9	Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Сплавы.	<p>Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Влияние химической природы легирующих элементов на свойства полупроводников. Возможности целенаправленного поиска состава и условий обработки с целью получения требуемых</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>

		свойств полупроводников как модель использования общехимических закономерностей, обусловленных положением элементов в ПС, при создании новых материалов.	
	<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Периодический закон Д.И. Менделеева - всеобщий закон природы.	Периодизация химических элементов как актуальная проблема химии XIX столетия. Открытие Периодического закона Д.И. Менделеевым. Таблица Л. Мейера. Триумф Периодического закона - открытие химических элементов, предсказанных Д.И. Менделеевым (галлий, скандий и германий).	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
2.2	Три этапа развития Периодического закона.	Открытие благородных газов и редкоземельных элементов-лантаноидов. Видоизменение Периодической таблицы. Нулевая группа. Вариант Периодической таблицы Б. Браунера. Предпосылки второго этапа развития Периодического закона. Первая модель сложного строения атома. Опыт Э. Резерфорда. Планетарная модель строения атома Э. Резерфорда. Закон Мозли. Установление физического смысла порядкового номера химического элемента в Периодической таблице. Современная формулировка Периодического закона. Постулаты Бора. Опыт Франка-Герца. Создание квантовой механики. Физический смысл Периодического закона. Современные варианты Периодической таблицы. Полудлинный вариант Периодической таблицы, рекомендованный ИЮПАК.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
2.3	Периодическая система химических элементов и ее структура.	Периодический закон как основа химической систематики. Периодическая система (ПС) химических элементов Д.И. Менделеева и её структура. Положение элемента в Периодической системе - главный фактор, определяющий его химическую природу. Тонкие виды аналогий в ПС, немонотонность изменения характеристик элементов в периодах, группах и подгруппах. Силовые и энергетические характеристики элементов как параметры, определяющие их реакционную способность. Диагональная аналогия.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
4	Основополагающая роль Периодического закона в синтезе новых химических элементов.	Установление физического смысла дробных значений относительной атомной массы. Открытие изотопов. Естественная радиоактивность. Ядерные реакции. Методы создания потоков частиц с высокой энергией. Искусственная радиоактивность. Синтез новых химических элементов. Правило Маттауха - Щукарева. Трансурановые элементы. Кюриды. Суперактиниды. Мировые центры синтеза новых химических элементов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
5	Бинарные соединения и	Бинарные химические соединения.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php">https://edu.vsu.ru/course/view.php</a>

	материалы на их основе.	Изоэлектронные ряды бинарных соединений. Трансформация кристаллических структур бинарных соединений в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи. Эквивалентные бинарные соединения – структурные типы сфалерита, вюртцита, хлорида натрия. Соединения $A^{III}B^V$ , $A^{II}B^{VI}$ , $A^I B^{VII}$ как «алмазоподобные» полупроводники. Закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи. Особенности структурного типа вюртцита и возможности его реализации в связи с положением элементов в ПС. Соединения $A^{IV}B^{VI}$ (халькогениды свинца) как полупроводники со структурой типа NaCl. Соединения $A^{III}_2B^{VI}_3$ ( $In_2S_3$ и т.п.) со стехиометрическими вакансиями – особенности строения и свойств. Бинарные соединения $AB_2$ – характерные структурные типы (кристобалит, рутил, флюорит). Структурный тип антифлюорита и характерные представители данного класса объектов.	?id=10133
6	Твердые растворы. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы.	Твердые растворы. Критерии образования твердых растворов замещения. Правило Руайе. Твердые растворы замещения на основе бинарных соединений АВ, катионное и анионное замещение. Закономерности изменения свойств твердых растворов в зависимости от положения заместителя в ПС и его содержания в растворе. Полупроводниковые соединения и твердые растворы на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности целенаправленного синтеза объектов с заданными свойствами. Бинарные соединения, не подчиняющиеся правилу формальной валентности. Обобщенный критерий Музера – Пирсона. Катионоизбыточные и анионоизбыточные фазы в системах $A^I - B^V$ , $A^{II} - B^V$ , $A^{IV} - B^V$ и др. Металлохимические факторы элементов и приоритетные взаимоотношения между ними. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы. Соединения Курнакова $A_3B$ и АВ как упорядоченные твердые растворы. Возможность их образования с учетом положения элементов в ПС. Структуры типа $A_3B$ ( $Nb_3Ga$ ) как сверхпроводники. Твердые растворы внедрения и фазы внедрения. Правило Хэгга. Элементы в ПС, склонные к образованию фаз внедрения типа АВ и $AB_2$ . Роль фаз внедрения в материаловедении.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
7	Тройные изоэлектронные аналоги бинарных	Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений. Общие принципы формирования	<a href="https://edu.vsu.ru/course/vi">https://edu.vsu.ru/course/vi</a>

	соединений.	тройных соединений при замещении в катионной и анионной подрешетках. Закономерности изменения природы химической связи и свойств в зависимости от положения элементов в ПС. Структурный тип халькопирита и «тетраэдрические» тройные полупроводниковые соединения.	<a href="#">ew.php?id=10133</a>
8	Материалы со структурой типа шпинели и перовскита.	Структуры типа шпинели. Критерии их образования на основании положения элементов в ПС. Прямые и обращенные шпинели, распределение элементов по тетраэдрическим и октаэдрическим пустотам в плотнейших шаровых упаковках. Шпинели как ферромагнетики. Ферриты. Структурный тип перовскита. Возможности изовалентного и гетеровалентного замещения. Перовскитоподобные керамики как высокотемпературные сверхпроводники и материалы с эффектом гигантского магнетосопротивления.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>
9	Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Сплавы.	Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Влияние химической природы легирующих элементов на свойства сталей. Возможности целенаправленного поиска состава и условий обработки с целью получения требуемых свойств полупроводников как модель использования общехимических закономерностей, обусловленных положением элементов в ПС, при создании новых материалов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133</a>

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Периодический закон Д.И. Менделеева - всеобщий закон природы.	2	2		4	8
2	Три этапа развития Периодического закона	2	4		6	12
3	Периодическая система химических элементов и ее структура.	2	4		6	12
4	Основополагающая роль Периодического закона в синтезе новых химических элементов.	2	4		6	12
5	Бинарные соединения и материалы на их основе.	2	4		6	12
6	Твердые растворы. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы.	2	4		6	12
7	Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений.	2	4		6	12

8	Материалы со структурой типа шпинели и перовскита.	2	6		8	16
9	Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Сплавы.	2	4		6	12
<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>36</b>		<b>54</b>	<b>108</b>

### 13.3 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Современная неорганическая химия	1-9
2	Современные проблемы материаловедения	1-9
3	Фундаментальные основы синтеза материалов	1-9
4	Фундаментальные основы кристаллохимии	2-9
5	Структура кристаллических, квазикристаллических и аморфных материалов	2-9

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В учебном процессе используются следующие формы работы:

- проведение лекций,
- проведение практических работ,
- занятия в интерактивной форме (дискуссии),
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов,
- подготовка и защита рефератов на заданные преподавателем темы.

Организационная структура лекционного занятия:

1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса.
2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы.
3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах.
4. Заключение, формулировка выводов.
5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура практического занятия:

1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов.
2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами.
3. Выполнение экспериментальной части работы.
4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита практической работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде контрольной работы).

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде семинарского занятия (дискуссии) и выполнения домашних заданий. Выполнение домашних заданий контролирует лектор. Ежеженедельно студенты имеют возможность

выяснять все вопросы, освоение которых вызывает трудности, на консультациях с лектором в специально отведенные для этого контактные часы.

Написание рефератов на заданные преподавателем темы.

Студенты готовят рефераты по темам, предлагаемым преподавателем. На практических занятиях студенты сдают преподавателю рефераты на проверку. После положительной оценки, выставленной преподавателем, студенты защищают рефераты с использованием подготовленных презентаций.

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач, предложенных преподавателем для работы на лекциях;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

##### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Неорганическая химия : в 3 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" / под ред. Ю.Д. Третьякова. — М. : Academia, 2004. — Т. 2. — 365 с.; Т. 3. кн. 1 — 348 с.; Т. 3. кн. 2 — 399 с.
2	Угай Я. А. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов / Я. А. Угай. — 5-е изд., стер. — М. : Высш. шк. 2007.- 527 с. ; ил.
3	Неорганическая химия. Химия элементов: учебник в 2 т. / Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. — Т. 1. — 538 с.; Т. 2. — 670 с.
4	Шрайвер Д. Неорганическая химия : в 2 т. / Д. Шрайвер, П. Эткинс. — М. : Мир, 2004. — (Лучший зарубежный учебник). — Т. 1. — 679 с.; Т. 2. — 486 с.
5	Современный курс общей химии : в 2 т. / К. Хаускрофт, Э. Констебл; пер. с англ.: Р.В. Ничипорук, А.А. Молодыка; под ред. В.П. Зломанова. Т.1. — 2002. — 539, Т.2. — 2002. — 528 с..
6	Миттова И.Я., Самойлов А.М. История химии с древнейших времен до конца XX века. Т. 2. — учебное пособие с грифом УМО по классическому университетскому образованию. — Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2012. — 624 с.
7	Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. — Изд. 2-е., испр. — М. : Физматлит, 2007. — 414 с.
8	Иевлев В.М. Тонкие пленки неорганических материалов: Механизм роста и субструктура : учеб. пособие / В.М. Иевлев. — Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. — 496 с.

##### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	Гринвуд Н. Химия элементов : в 2 т. : [учебник для вузов] / Н. Гринвуд, А. Эрншо. — М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. — (Лучший зарубежный учебник). — Т. 1. — 607 с.; Т. 2. — 670 с.
9	Угай Я.А. Неорганическая химия: учеб. для хим. спец. вузов / Я.А. Угай. — М. : Высш. шк., 1989. — 463 с.
10	Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин, под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Физматлит, 2010. - 456 с.
11	Соловьев Ю.И. Химия на перекрестке наук: Исторический процесс развития взаимодействия естественнонаучных знаний / Ю.И. Соловьев, В.И. Курашов ; отв. ред.

	М.А. Ельяшевич; АН СССР. – М. : Наука, 1989. – 191 с.
12	Михайлов О.В. Систематика и номенклатура химических веществ : учеб. пособие / О.В. Михайлов. – М. : Издательство: Книжный дом Университет, 2008. – 308 с.
13	Охлобыстин О.Ю. Жизнь и смерть химических идей / О.Ю. Охлобыстин. – М. : Наука, 1989. – 191 с.
14	Угай Я.А. Введение в химию полупроводников / Я.А. Угай. – М. : Высш., шк., 1975. – 302 с.
15	Регель А.Р. Периодический закон и физические свойства электронных расплавов / А.Р. Регель, В.М. Глазов ; АН СССР. Физико-технический ин-т им. А.Ф. Иоффе. – М. : Наука, 1978. – 307 с.
16	Магнитные полупроводники - халькогенидные шпинели / К.П. Белов [и др.] – М. : Изд-во МГУ, 1981. – 278 с.
17	Третьяков Ю.Д. Керамика - материал будущего / Ю.Д. Третьяков, Ю.Г. Метлин. – М. : Знание, 1987. – 47 с.
18	Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – М. : КомКнига, 2006. – 589 с.
19	Рыжонков Д.И. Наноматериалы : учеб. пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина, Э.Л. Дзидзигури. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2008. – 365 с.

**в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

№ п/п	Источник
1	<a href="http://www.chemport.ru/pertable/">http://www.chemport.ru/pertable/</a> - Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева с характеристиками химических элементов
2	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/">http://www.chem.msu.ru/rus/</a> - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet
3	<a href="http://www.chemport.ru/data/">http://www.chemport.ru/data/</a> - электронный справочник по химии
4	<a href="http://www.en.edu.ru/">http://www.en.edu.ru/</a> - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
5	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
6	<a href="http://vovr.ru/">http://vovr.ru/</a> «Высшее образование в России» - научно-педагогический журнал Министерства образования и науки РФ. В журнале публикуются результаты исследований современного состояния высшей школы России, обсуждаются вопросы теории и практики гуманитарного, естественно-научного и инженерного высшего образования.
7	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
8	<a href="http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/index.html">http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/History/index.html</a> - «Кристаллохимия» - Программа лекционного курса, конспекты лекций. Южный Федеральный университет.
9	<a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/">http://ru.wikipedia.org/wiki/</a> - Энциклопедия. Биографические данные выдающихся химиков.

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Миттова И.Я., Самойлов А.М. История химии с древнейших времен до конца XX века. Т. 2. – учебное пособие с грифом УМО по классическому университетскому образованию. – Долгопрудный : ИД «Интеллект», 2012. – 624 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:**

При реализации дисциплины используются классические образовательные технологии без замены аудиторных занятий (лекций и лабораторных занятий) на ДОТ. Основные типы лекций – вводные лекции (в начале изучения дисциплины) и информационные лекции с визуализацией (мультимедийные презентации).



Проведение текущих аттестаций и промежуточных аттестаций осуществляется в форме устного собеседования по КИМ. Самостоятельная работа по всем разделам предполагает выполнение обязательных письменных домашних заданий.

Используется ЭУМК <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10133>

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Персональные компьютеры с доступом в Интернет;
2. Мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук;
3. Мультимедийные лекции по курсу: "Периодический закон и его роль в целенаправленном синтезе новых материалов" © Alexander M. Samoylov 2017 - 2020;
4. Коллекция шаростержневых моделей элементов симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур;
5. Коллекция шаростержневых моделей элементов симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур;
6. Коллекция шаростержневых моделей кристаллических структур простых веществ, бинарных и многокомпонентных соединений;

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Периодический закон Д.И. Менделеева - всеобщий закон природы.	ПК-3	ПК-3.1	Тестовые задания
2.	Три этапа развития Периодического закона	ПК-3	ПК-3.1, ПКВ-3.2	Тестовые задания Домашние задания
3.	Периодическая система химических элементов и ее структура.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Домашние задания Тестовые задания Семинарское занятие (дискуссия)
4.	Основополагающая роль Периодического закона в синтезе новых химических элементов.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Домашние задания Тестовые задания Решение задач Семинарское занятие (дискуссия)
5.	Бинарные соединения и материалы на их основе.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Домашние задания Тестовые задания Решение задач Семинарское занятие (дискуссия)
6.	Твердые растворы. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Домашние задания Тестовые задания Семинарское занятие (дискуссия)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
7.	Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Домашние задания Тестовые задания Решение задач Семинарское занятие (дискуссия)
8.	Материалы со структурой типа шпинели и перовскита.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Тестовые задания Решение задач Защита рефератов
9.	Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Сплавы.	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.2	Практические работы Тестовые задания Решение задач Защита рефератов
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторные работы; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практикоориентированные задания, практические работы, тестовые задания, реферат.

Перечень практических работ:

- 1) Периодический закон Д.И. Менделеева - всеобщий закон природы.
- 2) Три этапа развития Периодического закона.
- 3) Периодическая система химических элементов и ее структура.
- 4) Основополагающая роль Периодического закона в синтезе новых химических элементов.
- 5) Бинарные соединения и материалы на их основе.
- 6) Твердые растворы. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы.

- 7) Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений.
- 8) Материалы со структурой типа шпинели и перовскита.
- 9) Общие принципы легирования металлов и полупроводников. Сплавы.

Практические работы выполняются на занятии в течение 3 академических часов. За этот период студент должен, ознакомившись с порядком выполнения задания, при помощи преподавателя выполнить практическую часть работы, представить полученные результаты преподавателю и, если позволяет время, приступить к оформлению работы и формулировке выводов. Следующее практическое занятие студент начинает с представления оформленной работы, отчитывается по работе и получает следующее практическое задание.

Вопросы для домашнего задания формулирует лектор на лекционном занятии. На следующем лекционном занятии студенты представляют решение домашнего задания, занятие начинается с обсуждения вариантов решения.

Семинары (дискуссии) проводятся на практическом занятии, о чем преподаватель заранее сообщает обучающимся. Темы, по которым проводятся семинары (дискуссии), и программа к ним представлена в соответствующих методических указаниях, рекомендованных студентам. По согласованию с обучающимися зачет может проводиться в форме устной беседы или форме тестирования по основным разделам курса. Экзамен проводится только в устной форме.

## 20.2. Перечень тем для написания и защиты рефератов:

1. Положение металлов в Периодической системе и эффект гидратации катионов;
2. Мультиферроики на основе ортоферрита висмута;
3. Микроволновый синтез наноструктур ортоферрита висмута;
4. Проблема выбора и синтеза оптимальных металлоксидных полупроводников для детектирования в воздухе токсичных газов с восстановительными свойствами;
5. Проблема выбора и синтеза оптимальных металлоксидных полупроводников для детектирования в воздухе токсичных газов с окислительными свойствами;
6. Получение пористых металлических покрытий;
7. Электролитическая полировка легированных сталей;
8. Влияние метода формирования на морфологию гетероструктур на основе фосфида галлия;
9. Проблема выбора оптимальных активаторов процесса окисления арсенида галлия;
10. Проблема выбора оптимальных активаторов процесса окисления фосфида индия.

## 20.3. Тестовые задания (пример)

Задание 1.1.	Ответ
<p>Все перечисленные в ряду химические элементы являются типовыми аналогами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) сера, хром, селен, теллур;</li> <li>2) кислород, сера, хром, молибден;</li> <li>3) сера, селен, теллур, полоний;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <input type="radio"/></li> <li>2) <input type="radio"/></li> <li>3) <input type="radio"/></li> <li>4) <input type="radio"/></li> </ol>

4) Сера, селен, хром, молибден.	
<b>Задание 1.2.</b>	<i>Ответ</i>
<p>Все перечисленные в ряду химические элементы являются кайносимметричными:</p> <p>1) литий, бериллий, бор, углерод;  2) водород, гелий, бериллий, бор;  3) водород, литий, натрий, калий;  4) бериллий, бор, углерод, азот.</p>	<p>1) <input type="radio"/>  2) <input type="radio"/>  3) <input type="radio"/>  4) <input type="radio"/></p>
<b>Задание 1.3.</b>	<i>Ответ</i>
<p>Полными электронными аналогами являются:</p> <p>1) азот, фосфор, мышьяк, сурьма;  2) азот, фосфор, ванадий, ниобий;  3) ванадий, ниобий, тантал, дубний;  4) фосфор, мышьяк, сурьма, висмут.</p>	<p>1) <input type="radio"/>  2) <input type="radio"/>  3) <input type="radio"/>  4) <input type="radio"/></p>
<b>Задание 1.4.</b>	<i>Ответ</i>
<p>Макроскопический признак однородности кристаллического состояния подтверждает изучение следующих физико-химических свойств:</p> <p>1) количественный элементный состав, плотность, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность;  2) количественный элементный состав, теплоемкость, термо-э.д.с., удельная электропроводность коэффициент преломления;  3) количественный элементный состав, плотность, термо-э.д.с., удельная электропроводность; магнитная восприимчивость;  4) количественный элементный состав, плотность, теплоемкость, химический потенциал</p>	<p>1) <input type="radio"/>  2) <input type="radio"/>  3) <input type="radio"/>  4) <input type="radio"/></p>
<b>Задание 1.5.</b>	
<p>А. Вещества, для которых характерны полупроводниковые свойства, являются простыми веществами;</p> <p>В. Химические соединения с кристаллической структурой типа хлорида натрия не могут проявлять полупроводниковые свойства.</p> <p>1) Верно только утверждение А;  2) Верно только утверждение В;  3) Оба утверждения верны;  4) Оба утверждения являются неверными.</p>	

**Задание 1.6.**

А. Все вещества с кристаллической структурой типа перовскита являются высокотемпературными сверхпроводниками;

В. Все полупроводниковые соединения АШВV обладают кристаллической структурой типа сфалерита.

- 1) Верно только утверждение А;
- 2) Верно только утверждение В;
- 3) Оба утверждения верны;
- 4) Оба утверждения являются неверными.

**20.4. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по билетам к зачету.

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО КУРСУ  
«ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ЕГО РОЛЬ В ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ СИНТЕЗЕ НОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ»**

**Билет № 1.**

1. Первые попытки периодизации химических элементов.
2. Общая характеристика синтезированных химических элементов

**Билет № 2.**

1. Открытие Периодического закона Д.И. Менделеева
2. Открытие изотопов. Масс-спектрометрия.

**Билет № 3.**

1. Первый этап в развитии Периодического закона. Редкоземельные металлы. Благородные газы.
2. Ядерные реакции. Первые ускорители заряженных частиц.

**Билет № 4.**

1. Предпосылки второго этапа развития Периодического закона.
2. Полная и неполная электронная аналогия.

**Билет № 5.**

1. Первые модели сложного строения атома. Опыт Резерфорда.
2. Искусственная радиоактивность.

**Билет № 6.**

1. Предпосылки третьего этапа развития Периодического закона.
2. Кайносимметрия.

**Билет № 7.**

1. Зарождение квантовой механики. Уравнение Шредингера. Волновые числа.
2. Слойчатая аналогия.

**Билет № 8.**

1. Развитие квантовой механики. Уравнение Дирака. Правила заполнения электронами энергетических уровней и подуровней в многоэлектронных атомах.
2. Общая характеристика переходных металлов

**Билет № 9.**

1. Главные итоги третьего этапа развития Периодического закона. Значение Периодического закона в естествознании.
2. Орбитальные радиусы. Вторичная и внутренняя периодичность.

**Билет № 10.**

1. Закон Мозли. Порядковый номер химического элемента. Новая формулировка Периодического закона.
2. Диагональная аналогия.

**Билет № 11.**

1. Изоэлектронные ряды бинарных соединений..
2. Соединения с кристаллической структурой типа шпинели. Прямая и обращенная шпинель.

**Билет № 12.**

1. Эквивалентные бинарные соединения – структурные типы сфалерита, вюртцита, хлорида натрия.
2. Теоретические принципы метода легирования простых веществ с полупроводниковыми свойствами.

**Билет № 13.**

1. Соединения  $A^{III}B^V$ ,  $A^{II}B^{VI}$ ,  $A^I B^{VII}$  как «алмазоподобные» полупроводники.
2. Теоретические принципы метода легирования бинарных соединений с полупроводниковыми свойствами.

**Билет № 14.**

1. Соединения  $A^{III}_2B^{VI}_3$  ( $In_2S_3$  и т.п.) со стехиометрическими вакансиями – особенности строения и свойств.
2. Методы выращивания кристаллов: метод Чохральского, метод Бриджмена, метод Вернейля.

**Билет № 15.**

1. Закономерности изменения фундаментальных характеристик (ширины запрещенной зоны, подвижности носителей) в зависимости от положения элементов в ПС и природы химической связи.

2. Критерии образования твердых растворов замещения. Правило Руайе. Твердые растворы замещения на основе бинарных соединений АВ, катионное и анионное замещение.

**Билет № 16.**

1. Бинарные соединения АВ<sub>2</sub> – характерные структурные типы (кристобалит, рутил, флюорит). Структурный тип антифлюорита и характерные представители данного класса объектов.
2. Полупроводниковые соединения и твердые растворы на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности целенаправленного синтеза объектов с заданными свойствами.

**Билет № 17.**

1. Бинарные соединения, не подчиняющиеся правилу формальной валентности. Обобщенный критерий Музера – Пирсона.
2. Тройные изоэлектронные аналоги бинарных соединений. Общие принципы формирования тройных соединений при замещении в катионной и анионной подрешетках.

**Билет № 18.**

1. Бинарные интерметаллические соединения и металлидные фазы. Возможность их образования с учетом положения элементов в Периодической системе
2. Структуры типа А<sub>3</sub>В (Nb<sub>3</sub>Ga) как сверхпроводники.

**Билет № 19.**

1. Соединения Курнакова А<sub>3</sub>В и АВ как упорядоченные твердые растворы. Возможность их образования с учетом положения элементов в Периодической системе
2. Структурный тип перовскита. Возможности изовалентного и гетеровалентного замещения.

**Билет № 20.**

1. Перовскитоподобные керамики как высокотемпературные сверхпроводники и материалы с эффектом гигантского магнетосопротивления.
2. Твердые растворы внедрения и фазы внедрения. Правило Хэгга.

**Билет № 21.**

1. Структурный тип халькопирита и «тетраэдрические» тройные полупроводниковые соединения.
2. Элементы в Периодической системе, склонные к образованию фаз внедрения типа АВ и АВ<sub>2</sub>. Роль фаз внедрения в материаловедении.

**Билет № 22.**

1. Эквивалентные бинарные соединения – структурные типы сфалерита, вюртцита, хлорида натрия.

## 2. Теоретические принципы метода легирования простых веществ с полупроводниковыми свойствами.

По окончании обучения по курсу «Периодический закон и его роль в целенаправленном синтезе новых материалов» проводится промежуточная аттестация в форме зачета. К зачету обучающиеся получают перечень вопросов, из которых формируются КИМ по предмету. Накануне зачета проводится консультация, где студенты могут прояснить вопросы, освоение которых вызывает трудности. Приходя на зачет, обучающийся должен иметь при себе зачетную книжку и тетрадь с лабораторным практикумом. Обучающийся выбирает КИМ и готовится к ответу. Время на подготовку регламентировано Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели

- 1) знание и понимание основных положений Периодического закона;
- 2) знание и понимание различных видов электронной аналогии;
- 3) знание и понимание принципов кайносимметрии и ее влияния на химические свойства элементов;
- 4) знание и понимание тонких видов химической аналогии;
- 5) знание и понимание периодичности изменения основополагающих физико-химических свойств элементов в Периодической таблице,
- 6) знание и понимание основных графических вариантов Периодической таблицы;
- 7) знание основных этапов развития Периодического закона и эволюции Периодической таблицы;
- 7) знание и понимание методологии построения изоэлектронных рядов;
- 8) знание методов применения основных закономерностей изменения физико-химических свойств элементов в Периодической таблице при целенаправленном поиска оптимального состава полупроводников с заданными свойствами;
- 9) знание методов прогнозирования основных закономерностей эффективных условий последующей обработки материалов при целенаправленном синтезе полупроводников с заданными свойствами;
- 10) знание общих принципов формирования тройных соединений при замещении в катионной и анионной подрешетках;
- 11) знание метода прогнозирования образования кристаллических структур типа прямых и обращенных шпинелей;
- 12) владение методом моделирования изовалентного и гетеровалентного замещения при создании высокотемпературных сверхпроводников и материалов с эффектом гигантского магнетосопротивления;
- 13) владение общими научными методами легирования простых веществ и бинарных соединений с полупроводниковыми свойствами с целью управления типом проводимости и электрическими параметрами,
- 14) владение методом использования полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе как модельные системы, иллюстрирующие возможности целенаправленного синтеза объектов с заданными физико-химическими свойствами.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – **зачтено и незачет**.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
---------------------------------	--------------------------------------	--------------



Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области фундаментального и прикладного применения Периодического закона.	Повышенный уровень	<b>Зачтено</b>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач, допускает ошибки и неточности при изложении конкретных фактов и теорий, а также допускает незначительные ошибки при решении практических задач.	Базовый уровень	<b>Зачтено</b>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен излагать основные положения учебного курса, не умеет устанавливать связь между знаниями Периодического закона и Периодической таблицы и областями применения этих знаний, при решении практических задач допускает серьезные ошибки.	Пороговый уровень	<b>Зачтено</b>
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении практических задач.	---	<b>Незачет</b>

## **20.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.