

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова  
Протокол № 3 от 24 апреля 2015 г.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): **Неорганическое материаловедение.**

Краткая аннотация: Основная цель курса - ознакомление аспирантов с современными подходами и инновационными идеями в области создания функциональных неорганических материалов, составляющих основу современной энергетики, оптоэлектроники, фотоники, сенсорики и других важных наукоемких областей народного хозяйства. Особенностью курса является то, что он составлен из разделов, посвященных широкому кругу неорганических материалов: полупроводники, сверхпроводники, термоэлектрические, пьезоэлектрические, магнитные материалы, материалы для энергетики и биосовместимые материалы. Каждый раздел представлен экспертами в данной области.

- Формирование общих принципов рассмотрения взаимосвязи «Состав-структура-свойство» для функциональных неорганических материалов.
- Создание у аспирантов физико-химической базы, необходимой для выбора материалов на основе их функциональных свойств, кристаллической и дефектной структуры.
- Формирование принципов получения материалов с заданными свойствами, выбора условий синтеза из соответствующих физико-химических свойств материалов и Р-Т-х фазовых диаграмм.

2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины (модули)».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<p align="center"><b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции)</i></p>	<p align="center"><b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b></p>
<p>УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p><i>В1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p>УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p>	<p><i>З1 (УК-2) Знать</i> методы научно-исследовательской деятельности</p>
<p>ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p>
<p>ПК-1 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.01 Неорганическая химия</p>	<p><i>З1 (ПК-1) Знать</i> современное состояние науки в области неорганической химии</p>
	<p><i>В1 (ПК-1) Владеть</i> методами синтеза неорганических соединений с заданными свойствами, современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств неорганических соединений</p>
<p>ПК-16 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.21 Химия твердого тела</p>	<p><i>З1 (ПК-16) Знать</i> современное состояние науки в области химии твердого тела</p>
	<p><i>В1 (ПК-16) Владеть</i> методами синтеза твердофазных веществ и материалов с заданными свойствами; современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств твердофазных веществ и материалов</p>

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часа, из которых 58 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 18 часов занятия семинарского типа, 4 часа мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 50 часов составляет самостоятельная работа учащегося.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для освоения программы в специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Математический анализ», «Физика», «Физическая химия», «Кристаллохимия», а также спецкурсы, в которых излагались основы физико-химического анализа многокомпонентных систем и зонной теории электронного строения кристаллов.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них						из них		
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов, л.	Всего		
Раздел 1. Полупроводники. Угле-	27	10	5	-	-	-	15	12	-	12

родные материалы. Термоэлектрические материалы.										
Раздел 2. Сверхпроводники. Магнитные материалы. Пьезоэлектрические материалы.	38	16	8	-	-	-	24	14	-	14
Раздел 3. Материалы для энергетики. Биосовместимые материалы.	27	10	5	-	-	-	15	12	-	12
<b>Промежуточная аттестация</b> зачет по курсу	16						4			12
<b>Итого</b>	<b>108</b>	36	18				<b>58</b>	38		<b>50</b>

#### 8. Образовательные технологии

Наряду с традиционными лекциями, для предметного ознакомления аспирантов с возможностями современного программного обеспечения проводятся лекции-демонстрации. В преподавание дисциплины используются результаты исследований, полученные сотрудниками МГУ.

#### 9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

#### 10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. А. Вест. Химия твердого тела, т.2. М.: Мир, 1988.
2. Суздаев И.П. Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Москва. КомКнига, 2006.
3. Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников, Москва, Наука, 1977.
4. Semiconductor and metal nanocrystals. Edited by V.Klimov. New York, Marcel Dekker Inc. 2004.
5. Морозов С. В., Новоселов К. С., Гейм А. К. Электронный транспорт в графене. *Успехи физических наук*, 2008, т. 178, с. 776.

6. Иоффе А.И. и др. Термоэлектрическое охлаждение. М.: Изд-во АН СССР, 1956.
7. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
8. Шевельков А.В. Химические аспекты создания термоэлектрических материалов. *Успехи химии*, 2008, т. 77, с. 3–21.
9. White M.A. *Properties of Materials*. Oxford University Press. Oxford, 1999
10. Калинин В.Т., Ракитин Ю.В. Введение в магнетохимию. М.: Наука, 1980.
11. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. М.: Высшая школа, 1981.
12. Cyrot M., Ravuna D.V. *Introduction to Superconductivity and High-Tc Materials*, World Scientific Publ. Co., London, New Jersey, Singapore, Hong Kong, Bangalore, Beijing (1992).
13. Антипов Е.В., Абакумов. А.М. Структурный дизайн сверхпроводников на основе сложных оксидов меди. *Успехи физических наук*, 2008, т. 178, с. 190–202.
14. Ивановский А.Л. Новые высокотемпературные сверхпроводники на основе оксиарсенидов редкоземельных и переходных металлов и родственных фаз: синтез, свойства и моделирование. *Успехи физических наук*, 2008, т. 178, №12, с. 1273.
15. Huggins R.A. *Advanced batteries*. Springer, 2009.
16. *High Temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design and Applications*. (Eds. S.C. Singhal, K. Kendall). Elsevier, Oxford, U.K., 2003.
17. Истомин С.Я., Антипов Е.В. Катодные материалы для среднетемпературных ТОТЭ на основе перовскитоподобных оксидов переходных металлов. *Успехи химии* 2013, т. 82, с. 686-700.
18. Adler S.B. Factors Governing Oxygen Reduction in Solid Oxide Fuel Cell Cathodes. *Chem. Reviews*, 2014, v. 104, p. 4791-4844.
19. Поплавко Ю.М., Переверзева Ю.П., Раевский И.П. Физика активных диэлектриков. Ростов-на-Дону. Изд-во Южного Федерального университета, 2009.
20. Кэди У. Пьезоэлектричество и его практическое применение. Пер. с англ. М., Из-во ин. лит., 1949.
21. Halasyamani P. S., Roppelmeier K.R. Noncentrosymmetric Oxides. *Chem. Mater.* 1998, v. 10, p. 2753-2769
22. Лайнс М., Гласс А. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. М., «Мир», 1981
23. Герзанич Е.И., Фридкин В.М. Сегнетоэлектрики типа  $A^V B^VI C^{VII}$ . М., Наука, 1982.
24. Park J.B., Lakes R.S. *Biomaterials. An introduction*. Plenum Press, NY, 1992, 394 p.
25. Дж. Ван Везер. Фосфор и его соединения, М.: Издательство, 1962, 687 с.

#### **Вспомогательная литература**

1. Мясоедов Б.Ф. Давыдов А.В. Химические сенсоры, возможности и перспективы. *Журнал аналитической химии*, 1990, т. 45, с. 1259-1278.
2. Власов Ю.Г. Твердотельные сенсоры в химическом анализе. *Журнал аналитической химии*, 1990, т. 45, с. 1279-1289
3. Мясников И.А., Сухарев В.Я., Куприянов Л.Ю., Завьялов С.А. Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях. М.: Наука, 1991.

4. Карпов Е.Ф., Басовский Б.И. Контроль проветривания и дегазации в угольных шахтах. М.: Недра, 1994.
5. Золотов Ю.А. Аналитическая химия в ИОНХ. *Журнал аналитической химии*, 1995, т. 50, с. 1223-1228.
6. Krishnan D., Kim F., Luo, J., Cruz-Silva R., Cote L. J., Jang H. D., Huang J. Energetic graphene oxide: Challenges and opportunities. *Nano Today*, 2012, v. 7, p. 137–152.
7. Kuila T., Bose S., Mishra A. K., Khanra P., Kim N. H., Lee J. H. Chemical functionalization of graphene and its applications. *Progress in Materials Science*, 2012, v. 57, p. 1061–1105.
8. Zhan D., Yan J., Lai L., Ni Z., Liu L., Shen Z. Engineering the Electronic Structure of Graphene. *Advanced Materials*, 2012, v. 24, p. 4055–4069.
9. Pei S., Cheng H.-M. The reduction of graphene oxide. *Carbon*, 2012, v. 50, p. 3210–3228.
10. Prasek J., Drbohlavova J., Chomoucka J., Hubalek J., Jasek O., Adam V., Kizek R. Methods for carbon nanotubes synthesis—review. *Journal of Materials Chemistry*, 2011, v. 21, p. 15872.
11. Jiang Hao, Sun Yun-Lei, Xu Zhu-An, Cao Guang-Han. Crystal chemistry and structural design of iron-based superconductors. *Phys. Rev. B*, 2013, v. 22, 087410.
12. Yanwei Ma. Progress in wire fabrication of iron-based superconductors. *Supercond. Sci. Technol.*, 2012, v. 25, 113001.
13. Мняен М.Г., Сверхпроводники в современном мире. М.: Просвещение, 1991.
14. Токонесущие ленты второго поколения на основе высокотемпературных сверхпроводников. Под ред. А. Гояла. М.: ЛКИ, 2009.
15. Stewart G. R. Superconductivity in iron compounds. *Rev. Mod. Phys.*, 2011, v. 83, p. 4.
16. Winter M., Brodd R.J. What are batteries, fuel cells, and supercapacitors? *Chem. Reviews* 2004, v. 104, p. 4245-4269.
17. Goodenough J.B., Kim Y. Challenges for Rechargeable Li Batteries. *Chemistry of Materials*, 2010, v. 22, p. 587-603.
18. Whittingham M.S. Lithium batteries and cathode materials. *Chem. Reviews.*, 2004, v. 104, p. 4271–4301.
19. Thackeray M.M., Wolverton C., Isaacs E.D., Electrical energy storage for transportation – approaching the limits of, and going beyond, lithium-ion batteries. *Energy Environ. Sci.*, 2012, v. 5, p. 7854–7863.

### **Периодическая литература**

Журналы «Успехи химии», «Журнал неорганической химии», «Неорганические материалы», «Кристаллография», «Известия РАН. Серия химическая», «Доклады Академии наук. Серия химия», «Журнал структурной химии», «Координационная химия», *Materials Chemistry*, *Mendelev Communications*, *Scientific Reports*, *Journal of Materials Chemistry*, *Journal of Alloys and Compounds*, *Inorganic Chemistry*, *European Journal of Inorganic Chemistry*, *Chemistry - A European Journal*, *Journal of Crystal Growth*

### **Интернет-ресурсы**

materials.springer.com – доступ к различным базам данных по материаловедению

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):  
Базы данных NIST <http://www.nist.gov>
- Описание материально-технической базы.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной презентационной техникой. Вспомогательный материал в виде презентаций доступен аспирантам на сайте химического факультета <http://chem.msu.ru/>

## 11. Язык преподавания – русский

## 12. Преподаватели:

Д.х.н., профессор Шевельков Андрей Владимирович, [shevelkov@inorg.chem.msu.ru](mailto:shevelkov@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Антипов Евгений Викторович; [antipov@inorg.chem.msu.ru](mailto:antipov@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Гудилин Евгений Алексеевич; [goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Кауль Андрей Рафаилович; [kaul@inorg.chem.msu.ru](mailto:kaul@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Казин Павел Евгеньевич; [kazin@inorg.chem.msu.ru](mailto:kazin@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Долгих Валерий Афанасьевич; [dolgikh@inorg.chem.msu.ru](mailto:dolgikh@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Кузьмина Наталия Петровна; [kuzmina@inorg.chem.msu.ru](mailto:kuzmina@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., профессор Гаськов Александр Михайлович; [gaskov@inorg.chem.msu.ru](mailto:gaskov@inorg.chem.msu.ru)

К.х.н., доцент Путляев Валерий Иванович; [putlyaev@inorg.chem.msu.ru](mailto:putlyaev@inorg.chem.msu.ru)

Д.х.н., в.н.с. Морозов Игорь Викторович; [miv448@mail.ru](mailto:miv448@mail.ru)

Д.х.н., в.н.с. Яшина Лада Валерьевна; [lvyashina@mail.ru](mailto:lvyashina@mail.ru)

К.х.н., в.н.с. Дорофеев Сергей Геннадьевич [dorofeev\\_sg@mail.ru](mailto:dorofeev_sg@mail.ru)

## **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Образцы оценочных средств:
  - примеры контрольных вопросов:

1. Физические причины возникновения размерного эффекта в полупроводниках.
  2. Приведите типичный спектр поглощения квантовых точек полупроводников, укажите основные типы переходов.
  3. Какие свойства материала определяют возможность его использования в химических сенсорах?
  4. Объясните основные технологические подходы к получению длинномерных ВТСП материалов второго поколения.
  5. Каковы кристаллографические условия возникновения пьезоэффекта?
  6. Какие свойства материала определяют его биосовместимость, биорезорбируемость?
- примеры домашних заданий:
    1. Самостоятельно изучите по вспомогательной литературе основные методы синтеза заданного класса функциональных материалов.
    2. Самостоятельно изучите по периодической литературе примеры установления взаимосвязи «состав – структура – свойство» для заданного класса функциональных материалов
    3. Самостоятельно изучите по периодической литературе примеры использования диаграмм фазовых равновесий в процессах разработки новых материалов.
    4. Самостоятельно изучите по вспомогательной и периодической литературе примеры кристаллохимического предсказания соединений с заданными функциональными свойствами.
  - полный перечень вопросов к зачёту:
    1. Физические причины возникновения размерного эффекта в полупроводниках. Типичный спектр поглощения квантовых точек, основные типы переходов. Типы гетеропереходов в квантовых точках полупроводников.
    2. Коллоидный синтез квантовых точек полупроводников. Диаграмма Ла Мера. Основные реагенты и основные типы стабилизаторов для коллоидных квантовых точек A<sub>2</sub>B<sub>6</sub>.
    3. Понятие химического сенсора. Классификация химических сенсоров. Основные параметры химических сенсоров. Выбор материалов для полупроводниковых газовых сенсоров. Обоснование преимуществ нанокристаллических материалов для газовых сенсоров. Основные приемы для изменения сенсорных характеристик полупроводниковых материалов.
    4. Основные параметры сверхпроводящих материалов. Понятие критического тока, плотности критического тока. Эффект Мейснера.
    5. Основные технологические подходы к получению длинномерных ВТСП материалов второго поколения. Влияние ориентации кристаллических зерен на сверхпроводящие свойства материалов. Пиннинг вихрей Абрикосова, идеальные центры пиннинга.
    6. Прямой и обратный пьезоэффекты. Кристаллографические условия возникновения пьезоэффекта. Основные области применения пьезоэлектриков.
    7. Структурные и пьезоэлектрические особенности сульфоиодида сурьмы. Основные методы получения поликристаллических и монокристалльных образцов сульфоиодида сурьмы.



8. Монокристаллические пьезоматериалы, пьезокерамика, пьезокомпозиты, пленочные пьезоматериалы, планарные структуры. Методы получения сегнето-, пьезоэлектрических пленок.
9. Классификация остеопластических биоматериалов. Биосовместимость, биорезорбируемость, остеокондуктивность, остеоиндуктивность.
10. Основные принципы регулирования резорбируемости фосфатных биоматериалов. Укажите способы получения порошков фосфатов кальция различной микроморфологии. Какова взаимосвязь между морфологическими характеристиками порошка и его растворимостью (резорбируемостью)?
11. Факторы, определяющие остеокондуктивность биокерамики. Современные приемы получения макропористой керамики для изготовления костных имплантатов.
12. Сопоставьте материалы реакционного связывания и керамические материалы. В чем видится перспектива применения материалов первого типа? Какими факторами определяется прочность реакционно-связанных фосфатных материалов?
13. Могут ли неорганические материалы обладать остеоиндуктивными свойствами? Каков предполагаемый механизм остеоиндукции в этих материалах?
14. Классификация магнитных материалов, основные характеристики и основы технологии магнитных материалов.
15. Классификация и основные характеристики материалов для электрохимических источников энергии, материалы для литий-ионных аккумуляторов, механизмы де/интеркаляция лития.
16. Материалы для топливных элементов, преимущества и недостатки различных типов ТЭ. Особенности электрохимических процессов в высокотемпературных ТЭ.

*Примеры ПКЗ.*

Задание 1.

Предложите метод синтеза и обоснуйте соответствующие операционные параметры для получения материала с заданными функциональными свойствами.

Задание 2.

На основании предложенной фазовой диаграммы определите условия синтеза заданного соединения.

Задание 3.

Предложите алгоритм установления взаимосвязи «состав – структура – свойство» для заданного материала. Обоснуйте выбор соответствующих методов исследования.

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проводится по билетам; билет включает 2 вопроса. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Неорганическое материаловедение»  
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
<i>B1 (УК-1) Владеть</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	ПКЗ: установление последовательности действий или поиск ошибок в предложенной последовательности при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>31 (УК-2) Знать</i> методы научной исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о методах научной исследовательской деятельности	Неполные представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах научной исследовательской деятельности	Сформированные систематические представления о методах научной исследовательской деятельности	Индивидуальное собеседование в ходе зачета

1	2	3	4	5	6	7
<i>У1 (ОПК-1) Уметь</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	ПКЗ: установление последовательности действий или поиск ошибок в предложенной последовательности при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i>З1 (ПК-1) Знать</i> современное состояние науки в области неорганической химии	Отсутствие знаний	Отрывочные знания теоретических представлений, а именно методов расчетов и прогнозирования фазовых равновесий, не позволяющие проводить теоретические расчеты и интерпретировать их результаты и непонимание взаимосвязи различных методов	В целом сформированное знание теоретических представлений, основных возможностей методов неэмпирических расчетов и теоретической оценки параметров термодинамических моделей фаз, но ограниченное знание их взаимосвязей и тенденций развития.	Систематические теоретические представления, в целом достаточные для осмысленного использования расчетно-прогностических методов построения фазовых диаграмм и понимания смысла результатов расчетов в обычных случаях.	Полностью сформированная система теоретических представлений и их взаимосвязи, позволяющая осмысленно применять расчетно-прогностические методы, полностью используя их возможности; гибко варьировать ход экспериментального исследования.	Индивидуальное собеседование в ходе зачета

1	2	3	4	5	6	7
<i><b>В1 (ПК-1) Владеть</b></i> методами синтеза неорганических соединений с заданными свойствами, современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств неорганических соединений	Отсутствие умений	Владение только отдельными способами прогнозирования и моделирования свойств химических веществ и материалов, путей их получения	Несистематические и неуверенные навыки использования основных способов прогнозирования и моделирования свойств и строения химических веществ и материалов, а также путей их получения	В целом успешное, хотя не во всех случаях свободное, владение способами прогнозирования и моделирования строения и свойств химических веществ и материалов, а также путей их получения	Полностью сформированное владение способами прогнозирования и моделирования строения и свойств химических веществ и материалов, а также путей их получения	<b>ПК3:</b> Установление последовательности и взаимосвязанности действий или поиск ошибок в предложенной последовательности при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе
<i><b>31 (ПК-16) Знать</b></i> современное состояние науки в области химии твердого тела	Отсутствие знаний	Отрывочные знания теоретических представлений, а именно методов расчетов и прогнозирования фазовых равновесий, не позволяющие проводить теоретические расчеты и интерпретировать их результаты и непонимание взаимосвязи различ-	В целом сформированное знание теоретических представлений, основных возможностей методов неэмпирических расчетов и теоретической оценки параметров термодинамических моделей фаз, но ограниченное знание их взаимосвязей и тенденций развития.	Систематические теоретические представления, в целом достаточные для осмысленного использования расчетно-прогностических методов построения фазовых диаграмм и понимания смысла результатов расчетов в обычных случа-	Полностью сформированная система теоретических представлений и их взаимосвязи, позволяющая осмысленно применять расчетно-прогностические методы, полностью используя их возможности; гибко варьировать ход экспериментального исследования.	Индивидуальное собеседование в ходе зачета

		ных методов		ях.		
<i>B1 (ПК-16) Владеть</i> методами синтеза твердофазных веществ и материалов с заданными свойствами; современными инструментальными методами исследования состава, строения и свойств твердофазных веществ и материалов	Отсутствие умений и знаний	Отрывочные представления о современных синтетических методах химии твердого тела и закономерностях протекания твердотельных реакций	Содержащие пробелы представления о современных методах синтеза твердофазных веществ и проведения твердофазных реакций, несистематические знания о закономерностях протекания твердофазных процессов	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современных методах синтеза твердофазных веществ и проведения твердофазных реакций, знание основных закономерностей протекания твердофазных реакций и влияние условий синтеза на свойства продуктов	Полностью сформированное систематическое знание современных методов синтеза твердофазных веществ и проведения твердофазных реакций; знание закономерностей протекания твердофазных реакций, позволяющее вести направленный синтез материалов	ПКЗ: Установление последовательности и взаимосвязанности действий или поиск ошибок в предложенной последовательности при решении поставленной задачи с учетом знаний и навыков, полученных в курсе