

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии  
высокочистых веществ им. Г.Г.Девярых Российской академии наук

ПРИНЯТО

Ученым советом ИХВВ РАН

Протокол № 6 от «01» 06 2015 г.

Ученый секретарь, д.х.н. Лазукина О.П.

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХВВ РАН

академик Чурбанов М.Ф.

---

«01» 06 2015 г.

Рабочая программа дисциплины  
**Химическая термодинамика материалов**

Направление подготовки  
**04.06.01 «Химические науки»**

Направленность подготовки  
**02.00.01 «Неорганическая химия»**

Квалификация выпускника  
***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

**Очная**

---

Нижний Новгород  
2015

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Химическая термодинамика материалов» является обязательной дисциплиной выбора. Данная дисциплина находится в логической и содержательно-методической взаимосвязи с курсами физической химии, неорганической химии, спецкурса по избранным главам химической термодинамики.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- знать теоретические основы построения и анализа фазовых диаграмм однокомпонентных и многокомпонентных систем;
- владеть практическими навыками построения модельных фазовых диаграмм и методов определения избыточных функций смещения;
- проводить самостоятельное описание фазовых поверхностей и их физико-химических свойств.

Изучение дисциплины «Химическая термодинамика материалов» как предшествующей составляет основу дальнейшей подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности, а также сформирует общие фундаментальные представления о методах построения и физико-химического анализа фазовых диаграмм однокомпонентных и многокомпонентных систем.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

### Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1	<i>З1 Знать:</i> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. <i>У1 Уметь:</i> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования. <i>В1 Владеть:</i> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований. <i>В2 Владеть:</i> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов. <i>В3 Владеть:</i> навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
ПК-1	<i>З1 Знать:</i> перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах. <i>З2 Знать:</i> приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. <i>У1 Уметь:</i> прогнозировать социальные последствия действия

	<p>химических производств, составлять план работы по заданной тем.</p> <p><i>У2 Уметь:</i> проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации.</p> <p><i>В2 Владеть:</i> навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях.</p>
<i>ПК 6</i>	<p><i>З1 Знать:</i> технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов.</p> <p><i>У1 Уметь:</i> осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области.</p> <p><i>В1 Владеть:</i> навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.).</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 72 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (72 часа занятия семинарского типа), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Таблица 2**

**Структура дисциплины**

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Контактная работа, часов					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Основы теории открытых и закрытых систем	30	-	15	-	-	15	15
Бинарные растворы. Термодинамический формализм для бинарных металлических растворов	30	-	15	-	-	15	15
Двойные фазовые диаграммы. Многокомпонентные растворы и фазовые диаграммы	30	-	15	-	-	15	15
Поверхности и поверхностное натяжение. Адсорбция	30	-	15	-	-	15	15

Статистические модели металлических растворов замещения и растворов внедрения	24	-	12	-	-	12	12
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	144	-	72	-	-	72	72

### Содержание разделов дисциплины

#### **Раздел 1. Основы теории открытых и закрытых систем**

Фундаментальное уравнение Гиббса. Химический потенциал. Фазовые равновесия и физические превращения; особенности термодинамического описания. Фаза – строгий термодинамический подход. Фазовые переходы индивидуальных веществ: концепции и классификации. Феноменологическая классификация Эренфеста, классификация Мак-Каллафа. Теории фазовых переходов I рода.  $\lambda$ -переходы; H- и G-переходы. Фазовые диаграммы индивидуальных веществ (воды, углерода, фуллерена C<sub>60</sub>). Полиморфизм: энантиотропия моноотропия.

#### **Раздел 2. Бинарные растворы. Термодинамический формализм для бинарных металлических растворов**

Физико-химический анализ фазовых диаграмм двухкомпонентных систем. Системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в твердой фазе. Системы, образующие химические соединения и твердые растворы. Сплавы металлов. Интерметаллические соединения. Соответствующие фазовые диаграммы

#### **Раздел 3. Двойные фазовые диаграммы. Многокомпонентные растворы и фазовые диаграммы**

Использование полиномов для выражения концентрационных зависимостей термодинамических функций. Расчет многокомпонентных фазовых диаграмм. Треугольник Гиббса и Розебома. Объемная диаграмма состояния, способы построения и методы анализа. Ограниченная взаимная растворимость трех жидкостей.

#### **Раздел 4. Поверхности и поверхностное натяжение. Адсорбция**

Характерные величины межфазного натяжения. Поверхностные избыточные характеристики и положение поверхности раздела. Модель центральных атомов. Адсорбция в многокомпонентных растворах

#### **Раздел 5. Статистические модели металлических растворов замещения и растворов внедрения**

Метод ячеек в статистической термодинамике жидкостей. Статистическое описание идеальных и неидеальных растворов (без вывода). Точечные дефекты кристаллических решеток. Вакансии. Междоузельные частицы. Равновесные и неравновесные дефекты решеток. Модель центральных атомов для бинарного раствора внедрения. Модель центральных атомов для многокомпонентного раствора внедрения.

#### **4. Образовательные технологии**

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине используются различные образовательные технологии:

информационно-развивающие технологии (самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации);

деятельностные практико-ориентированные технологии (анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация);

развивающие проблемно-ориентированные технологии (учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность, решение задач повышенной сложности).

#### **5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся**

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при выполнении индивидуальных заданий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме индивидуальных заданий и опроса.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

#### Контрольные вопросы к зачету

1. Устойчивость фаз в однокомпонентных системах.
2. Условия равновесия в гетерогенной системе.
3. Случай одновременно протекающих реакций.
4. Термодинамика некоторых металлургических равновесий.
5. Термодинамические функции смещения.
6. Решение уравнения Гиббса – Дюгема.
7. Использование полиномов для выражения концентрационных зависимостей термодинамических функций.
8. Координаты состава и стандартные состояния при изменении активности.
9. Общая характеристика фазовых диаграмм.
10. Расчет фазовых диаграмм.
11. Тройные и четырехфазные равновесия.
12. Расчет многокомпонентных фазовых диаграмм.
13. Равновесная форма кристалла. Диаграммы Вульфа.
14. Характерные величины межфазного натяжения.
15. Поверхностные избыточные характеристики и положение поверхности раздела.

16. Адсорбция в многокомпонентных растворах.
17. Модель центральных атомов.
18. Многокомпонентные растворы.
19. Модель центральных атомов для бинарного раствора внедрения.
20. Модель центральных атомов для многокомпонентного раствора внедрения.

## **6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине**

### **6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования**

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

### **6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания**

Уровень освоения учебной дисциплины обучающимися определяется следующими оценками: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» предполагает:

- хорошее знание основных терминов и понятий курса;
- последовательное изложение материала;
- умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;
- достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета;
- умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.

оценка «не зачтено» предполагает:

- неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
- отсутствие логики и последовательности в изложении материала;
- неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;
- неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на зачете.

### **6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.**

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

Контрольные вопросы:

1. Устойчивость фаз в однокомпонентных системах (ПК-1).
2. Условия равновесия в гетерогенной системе (ПК-1).
3. Случай одновременно протекающих реакций (ПК-1).

4. Термодинамика некоторых металлургических равновесий (ПК-1).
5. Термодинамические функции смешения (ПК-1).
6. Решение уравнения Гиббса – Дюгема (ПК-1).
7. Использование полиномов для выражения концентрационных зависимостей термодинамических функций (ОПК-1).
8. Координаты состава и стандартные состояния при изменении активности (ПК-6) (ПК-1).
9. Общая характеристика фазовых диаграмм (ОПК-1).
10. Расчет фазовых диаграмм (ОПК-1).
11. Тройные и четырехфазные равновесия (ОПК-1).
12. Расчет многокомпонентных фазовых диаграмм (ОПК-1).
13. Равновесная форма кристалла. Диаграммы Вульфа (ПК-1).
14. Характерные величины межфазного натяжения (ОПК-1).
15. Поверхностные избыточные характеристики и положение поверхности раздела (ПК-6) (ПК-1).
16. Адсорбция в многокомпонентных растворах (ОПК-1).
17. Модель центральных атомов (ПК-6) (ПК-1).
18. Многокомпонентные растворы (ПК-1).
19. Модель центральных атомов для бинарного раствора внедрения (ПК-6) (ПК-1).
20. Модель центральных атомов для многокомпонентного раствора внедрения (ПК-6) (ПК-1).

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Бажин Н.М., Пармон В.Н. Начала физической химии. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 332 с. **В электронной форме**
3. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики. – М.: Академия, 2003. – 462 с. **В бумажном виде 5 экз.**
3. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. – М.: Химия, 1975. – 583 с. **В бумажном виде**
4. Степанов В.М., Колесников А.Н. Термодинамика межфазного распределения примесей при получении высокочистых веществ. Монография. ИХВВ РАН. 2013. **В бумажном виде 4 экз.**
5. Булавин Л.А., Выгорницкий Н.В.; Лебовка Н.И. Компьютерное моделирование физических систем. – М.: Интеллект, 2011 г. **в бумажном виде**
6. Розанов Ю.А. Лекции по теории вероятностей. – М.: Интеллект, 2008 г. **в бумажном виде**
7. Грибов Л.А. Элементы квантовой теории строения и свойств молекул. – М.: Интеллект, 2010 г. **в бумажном виде**
8. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Интеллект, 2008 г. **в бумажном и электронном виде**
9. Гусев А. И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твёрдом теле. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. **Доступна в интернете (регистрация)**
10. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. М.: Физматлит, 2004 **в бумажном виде**

11. Полтораки О.М. Термодинамика в физической химии: Учеб. для хим. и хим.-технол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1991 **в бумажном виде 2 экз.**
12. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика: Уч. Для ВУЗов. М.: Химия, 2000 **в бумажном виде**
13. Агеев Е.П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. М.: МЦНМО, 2005 **в бумажном и электронном виде**
14. Асиновский Э.И. Кириллин А.В. Нетрадиционные методы исследования термодинамических свойств веществ при высоких температурах. М.: Янус-К, 1997 **в бумажном виде**
15. Ватолин Н.А. Моисеев Г.К. Трусков Б.Г. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах. М.: Металлургия, 1994 **в бумажном виде 2 экз.**
16. Глазов В.М. Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. (Двухкомпонентные металлические и полупроводниковые системы). М.: Металлургия, 1981 **в бумажном виде**
17. Дуров В.А. Агеев Е.П. Термодинамическая теория растворов: Учеб. пос. М.: Едиториал УРСС, 2003 **в бумажном виде 2 экз.**
18. Казенас Е.К. Термодинамика испарения двойных оксидов. М.: Наука, 2004 **в бумажном виде 2 экз.**
19. Карякин Н.В. Основы химической термодинамики: Учеб. для вузов. Н.Новгород: НГУ, 2003 **в бумажном виде 5 экз.**

б) дополнительная литература:

1. Русанов А.И. Лекции по термодинамике поверхностей. – СПб.: Лань, 2013. – 240 с. **В электронной форме**
2. Даниэльс Ф., Олберти Р.А. Физическая химия. – М.: Мир, 1978. – 645 с. **В электронной форме**
3. Воронин Г.Ф. Основы термодинамики. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 191 с. **В электронной форме**
4. Кудинов В.А. Техническая термодинамика. М.: Высш. школа, 2003 **в бумажной форме 6 экз.**
5. Музыкантов В.С. Бажин Н.М. Пармон В.Н. Задачи по химической термодинамике: Учеб. пос. для вузов. М.: Химия, 2001 **в бумажном виде**
6. Мюнстер А. Химическая термодинамика. М.: Едиториал УРСС, 2002 **в бумажном виде 3 экз.; в электронном виде**
7. Панченков Г.М. Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ: Учеб. пос. для вузов. 3-е изд. М.: Химия, 1985 **в бумажном виде 2 экз.**
8. Пурмаль А.П. А, Б, В ... химической кинетики. М.: ИКЦ Академкнига (277) 2004 **в бумажном и электронном виде**
9. Степанов В.М. Статистическая термодинамика разбавленных растворов: Учеб. Пос. Н.Новгород: НГУ, 1999 **в бумажном виде 38 экз.**
10. Степанов В.М. Термодинамика разбавленных растворов: Учеб. Пос. НГУ, 1998 **в бумажном виде 10 экз.**
11. Степанов В.М. Методологические основы системного анализа примесей в средах и материалах: Учеб. Пос. НГУ, 1997 **в бумажном виде 10 экз.**



в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://elibrary.ru>

<http://нэб.рф>

<http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm>

<http://www.elsevier.com/solution/sciencedirect/content/book-title-lists>

<http://webbook.nist.gov>;

<http://www.chem.msu.ru>

в) периодические издания:

1. Доклады Академии наук
2. Журнал аналитической химии
3. Журнал неорганической химии
4. Журнал физической химии
5. Заводская лаборатория
6. Известия ВУЗ: Материалы электронной техники
7. Квантовая электроника
8. Коллоидный журнал
9. Масс-спектрометрия
10. Металлы
11. Мир измерений
12. Неорганические материалы
13. Оптика и спектроскопия
14. Оптический журнал
15. Перспективные материалы
16. Теоретические основы химической технологии
17. Успехи химии
18. Физика и химия стекла
19. Фотоника
20. Химия и жизнь
21. Энциклопедия инженера-химика

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Современный компьютер, мультимедиапроектор, экран, доска, специализированный пакет программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

### Автор:

В.н.с. ЛТВСиРСВ, д.х.н.

Кутьин А.М.

### Рецензент:

Зам.директора, д.х.н.

Ширяев В.С.

## Карты компетенций, в формировании которой участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>ОПК 1</b>					
ЗНАТЬ: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
УМЕТЬ: 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
ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации

ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности
<b>ПК 1</b>					
ЗНАТЬ: перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Неполные знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Сформулированные, но содержащие отдельные пробелы знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах	Полные и систематические знания о перспективах и проблемах развития химии; фундаментальных основах химии, а также наук о материалах
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития	Неполные знания о знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные

и техники в Российской Федерации		науки, технологий и техники в Российской Федерации	науки, технологий и техники в Российской Федерации	приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации
УМЕТЬ: прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Отсутствие умений	Частично освоенное умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но не систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме	Успешное и систематическое умение прогнозировать социальные последствия действия химических производств, составлять план работы по заданной теме
УМЕТЬ: проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Отсутствие умений	Частично освоенное умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки	Успешное и систематическое умение проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки
ВЛАДЕТЬ: навыками организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской	В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-	В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы

исследовательской организации		работы в научно-исследовательской организации	исследовательской работы в научно-исследовательской организации	исследовательской работы в научно-исследовательской организации	в научно-исследовательской организации
ВЛАДЕТЬ: навыками взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	В целом успешное, но не систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях	В целом успешное и систематическое применение навыков взаимодействия с учеными и научными группами, проводящими исследования в аналогичных направлениях
<b>ПК 6</b>					
ЗНАТЬ: технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Неполные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные, но содержащие определенные пробелы знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные систематические знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов)
УМЕТЬ: осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и	Полностью сформированное и системное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и

соответствующей профессиональной области		соответствующей профессиональной области	исследований в соответствующей профессиональной области	теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	теоретических исследований в соответствующей профессиональной области
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)</p>