

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

ПРИНЯТО

Ученым советом ИХВВ РАН

Протокол № 2 от «02» 03 2017 г.

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХВВ РАН

академик Чурбанов М.Ф.

«02» 03 2017 г.

Рабочая программа дисциплины
Метрология и обеспечение качества химического анализа

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.01 «Неорганическая химия»; 02.00.02 «Аналитическая химия»;
02.00.04 «Физическая химия»;

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2017

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

Дисциплина «Метрология и обеспечение качества химического анализа» является обязательной дисциплиной выбора. Дисциплина основывается на знаниях, навыках и умениях, приобретенных в результате освоения теоретических основ аналитической химии, математической статистики. Успешному освоению дисциплины сопутствует параллельное применение полученных знаний для обработки результатов исследований.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- знать основы теории вероятности и математической статистики;
- обладать навыками сбора экспериментальных данных;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

Изучение дисциплины «Метрология и обеспечение качества химического анализа» как предшествующей составляет основу дальнейшей подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности, а также для метрологически правильного представления результатов исследований в кандидатской диссертации.

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> цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов. <i>У1 Уметь:</i> составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты.. <i>В1 Владеть:</i> систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.
ПК 1	<i>З1 Знать:</i> перспективы и проблемы развития химии; фундаментальные основы химии, а также наук о материалах; 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

	химических производств, составлять план работы по заданной теме; проводить исследования по согласованному с руководителем плану, решать типовые задачи по выбранной направленности подготовки. <i>В1 Владеть:</i> базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме под научным руководством или в составе небольшой научной группы; современными методиками исследований; навыками анализа научно-технической литературы.
<i>ПК 6</i>	<i>З1 Знать:</i> технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов. <i>У1 Уметь:</i> осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области. <i>В1 Владеть:</i> навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.).

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 (семинары, научно-практические занятия), 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	
Метрологические проблемы анализа состава вещества	48	-	24	-	-	24	24
Виды погрешностей, способы выявления и методы их расчета	48	-	24	-	-	24	24
Оценка правильности методик химического анализа	48	-	24	-	-	24	24
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	144	-	72	-	-	72	72

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Метрологические проблемы анализа состава вещества

Метрологические проблемы анализа состава вещества

Раздел 2. Виды погрешностей, способы выявления и методы их расчета

1. Метрологические проблемы анализа состава вещества.
 2. Классификация погрешностей по способу их выражения. Относительные и абсолютные погрешности.
 - 2.1 Абсолютные погрешности.
 - 2.2 Относительные погрешности.
 3. Классификация погрешностей по характеру вызывающих их причин.
 - 3.1 Случайные погрешности анализа
 - 3.2 Систематические погрешности анализа
 - 3.3 Грубые (промахи) погрешности анализа
 4. Функции распределения случайных величин.
 5. Градуировочная характеристика и градуировка методик. Регрессионный анализ.
 6. Разновидности систематических погрешностей.
 7. Инструментальные систематические погрешности, методы их расчета.
 8. Методические погрешности. Способы выявления методических систематических погрешностей.
 9. Релятивизация и рандомизация систематических погрешностей.
- Сложение погрешностей. Принцип пренебрежения малыми погрешностями.

Раздел 3. Оценка правильности методик химического анализа

1. Робастность, селективность и специфичность методик анализа.
2. Статистическая оценка предела обнаружения и нижней границы определяемых содержаний.
3. Оценка правильности методик химического анализа.
4. Образцы сравнения и стандартные образцы. Погрешность их аттестации.

В рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций может осуществляться текущий контроль успеваемости

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, конспекты лекций.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме опроса.

Итоговый контроль по данному курсу проводится в виде зачета на знание материала по контрольным вопросам.

Контрольные вопросы для зачета:

1. Что такое относительные и абсолютные погрешности.
2. Что такое систематические, случайные и грубые погрешности.
3. Назовите причины, вызывающие систематические, случайные и грубые погрешности.
4. Что такое стандартное отклонение отдельного (единичного) определения? Размерность стандартного отклонения.
5. Опишите регрессионный анализ.
6. Понятие доверительного интервала результата анализа.
7. Перечислите способы выявления систематических погрешностей.
8. Назовите и охарактеризуйте методы расчета инструментальных систематических погрешностей.
9. Перечислите способы выявления методических погрешностей.
10. Возможности методов релятивизация и рандомизация в уменьшении систематических погрешностей.
11. Что такое предел обнаружения, 3S – критерий.
12. Понятия правильности, сходимости и точности анализа.
13. Назовите и охарактеризуйте методы приготовления стандартных образцов.
14. Правильность методик химического анализа.
15. Что такое робастность, селективность и специфичность методик анализа.

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 к зачету:

1. Что такое относительные и абсолютные погрешности (ПК-1).
2. Что такое систематические, случайные и грубые погрешности (ПК-1).
3. Назовите причины, вызывающие систематические, случайные и грубые погрешности (ПК-1).
4. Что такое стандартное отклонение отдельного (единичного) определения? Размерность стандартного отклонения (ПК-1).
5. Опишите регрессионный анализ (ОПК-1).
6. Понятие доверительного интервала результата анализа (ПК-1).
7. Перечислите способы выявления систематических погрешностей (ПК-1).
8. Назовите и охарактеризуйте методы расчета инструментальных систематических погрешностей (ПК-1).
9. Перечислите способы выявления методических погрешностей (ПК-1).
10. Возможности методов релятивизация и рандомизация в уменьшении систематических погрешностей (ПК-1).
11. Что такое предел обнаружения, $3S$ – критерий (ОПК-1).
12. Понятия правильности, сходимости и точности анализа (ОПК-1).
13. Назовите и охарактеризуйте методы приготовления стандартных образцов (ОПК-1).
14. Правильность методик химического анализа (ПК-6)
15. Что такое робастность, селективность и специфичность методик анализа (ПК-6).

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

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии: [учеб. для вузов]: в 2 кн. / Алов Н.В., Барбалат Ю.А., Дорохова Е.Н., Золотов Ю.А., Иванова Е.К. Кн. 2. Методы химического анализа. - М.: Высшая школа, 2002. - 494 с **в электронной форме**

2. РМТ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения; взамен ГОСТ 16263-70; введен с 01.01.2001. М.: Издательство стандартов, 2000. 44 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

3. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения. М.: Госстандарт России, 2002. 24 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

4. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. – М.: Интеллект, 2012 **в бумажной и электронной форме**

5. Клаасен К. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. – М.: Интеллект, 2012 г. **в бумажной форме**

6. Акинин Н.И. Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения. – М.: Интеллект, 2011 г. **в бумажном виде**

7. Уайтхауз Д. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы. - Изд.дом «Интеллект», 2009 **в бумажном виде**

8. Хайвер К., Ньютон Б., Сандра П., Уилсон М., Смит Э.Б., Снайдер У.Д., Гудли П., Лейбранд Р., Филипс Р. Дж., Гирхарт Р., Сандерс У. Дж. Высокоэффективная газовая хроматография: Пер. с англ. /Под ред. К. Хайвера. – М.: Мир, 1993. **В бумажной форме 2 экз.**

9. Золотов Ю.А., ред. Основы аналитической химии. Практическое руководство. М.: Высш. шк., 2003 **в бумажной форме 6 экз.**

10. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. - 2-е изд. СПб.: ВНИИМ, 2002 **в бумажном виде 5 экз.**

11. Дворкин В.И. Метрология и обеспечения качества количественного химического анализа. М.: Химия, 2001 **в бумажной форме**

12. Дёрффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994 **в бумажном и электронном виде**

13. Кельнер Р. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Т.1, Т.2. М.: Мир, 2004 **в бумажном и электронном виде**

14. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии: Учеб. пос., 1980 **в бумажном виде**

б) дополнительная литература:

1. ГОСТ Р ИСО 5725-2-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России, 2002. 43 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

2. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России, 2002. 28 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

3. ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России, 2002. 34 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

4. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений. М.: Госстандарт России, 2002. 29 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

5. ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике. М.: Госстандарт России, 2002. 43 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс). **В электронной форме**

6. Катеман Г. Пийперс Ф.В. Контроль качества химического анализа./Пер. с англ. Челябинск: Металлургия, 1989 **в бумажном виде**
7. Васильев В.П. Морозова Р.П. Кочергина Л.А. Практикум по аналитической химии: Уч. Для вузов М.: Химия, 2000 **в бумажном и электронном виде**
8. Калмановский В.И. Метрология для химиков: Учебное пособие. - Нижний Новгород, изд. Ю.А. Николаев, 2007 **в бумажном виде 23 экз.**
9. Дорохова Е.Н. Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001 **в бумажном виде**

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://elibrary.ru>
2. <http://нэб.рф>
3. <http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm>
4. <http://www.elsevier.com/solution/sciencedirect/content/book-title-lists>
5. The American Chemical Society (ACS) [Электронный ресурс]: <http://www.pubs.acs.org>.
6. Журналы Elsevier [Электронный ресурс]: <http://www.sciencedirect.com/science/journals>
7. Локальные базы данных: система ГАРАНТ/Консультант плюс. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html>.
8. Козлов М.Г. Метрология и стандартизация [Электронный ресурс]: <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook109/01/index.html> **в электронной форме**
9. Гармаш А.В., Сорокина Н.М. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmash.pdf>, www.students.chemport.ru/materials/md/chemmetr.pdf **в электронной форме**
10. Дворкин В.И., Болдырев И.В. Понятие неопределенности и его использование в лабораторной практике [Электронный ресурс]: qcontrol.ru/documents/uncertainty_dv_bold_.doc **в электронной форме**

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Ноутбук, медиа-проектор, экран.

Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.

ГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор

Зав. ЛФМИВВ, к.х.н.

_____ Потапов А.М.

Рецензент

Зав. ЛАХВВ, к.х.н.

_____ Пименов В.Г.

Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ОПК 1					
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	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической

информации по тематике проводимых исследований		информации	технической информации	информации	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
ПК 2					
ЗНАТЬ: современное состояние науки в области неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, элементоорганической	Отсутстви е знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярны	Неполные представления о современном состоянии науки в области неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области неорганической, аналитической, органической,	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных

химии, химической технологии и в смежных областях		х соединений, элементоорганической химии, химической технологии	соединений, элементоорганической химии, химической технологии	физической, химии высокомолекулярных соединений, элементоорганической химии, химической технологии	соединений, элементоорганической химии, химической технологии
ЗНАТЬ: требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
УМЕТЬ: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированное умение использовать методы подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях
УМЕТЬ: представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы)	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы)	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы)

и бизнес-сообществу			академическому сообществу	академическому и бизнес-сообществу	академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
ПК 1					
ЗНАТЬ: приоритетные направления научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Неполные знания о знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Сформулированные, но содержащие отдельные проблемы знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации	Полные и систематические знания о приоритетных направлениях научных исследований в организации, а также приоритетные 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-исследовательской организации	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы в научно-исследовательской организации	В целом успешное и систематическое применение навыков организации самостоятельной научно-исследовательской работы 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

ПК 6					
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 соответствующей профессиональной области	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	Полностью сформированное и системное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области
ВЛАДЕТЬ: навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний,	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы	Успешное и систематическое применение навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы

регламенты, технические условия и др.)		лабораторные регламенты, технические условия и др.)	испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)
--	--	---	--	--	--