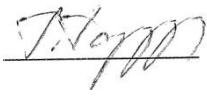


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры АХ  
протокол от «29» мая 2017 г. № 18

Согласовано:  
Председатель УМК химического факультета

Зав. кафедрой  /Майстренко В.Н.

 /Гарифуллина Г.Г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Химические и биологические сенсоры

Базовая часть

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)  
04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Направленность (профиль) подготовки  
Аналитическая химия

Квалификация  
Химик. Преподаватель химии

Разработчик (составитель)

к.х.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 /Ширяева Р.Н.  
(подпись, Фамилия И.О.)

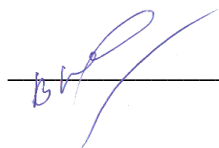
Дата приема 2015 г.

Уфа 2017 г.

Составитель / составители: к.х.н., доцент Ширяева Р.Н.

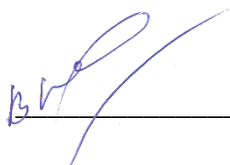
Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры аналитической химии протокол от «29» мая 2017 г. № 18.

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н.

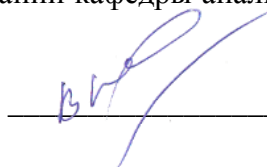
Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), утверждены на заседании кафедры аналитической химии протокол № 18 от «21» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины), приняты на заседании кафедры аналитической химии, протокол № 24 от «20» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой

 / Майстренко В.Н.

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	8
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	8
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	9
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	9
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	14
4.3. Рейтинг-план дисциплины	18
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	20
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Знать основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Знать основные понятия и законы химии	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Знать основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	

	Знать стандартные методы анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод, правила обработки и оформления результатов работы	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знает место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	
	Знать принципы, способы и области использования основных методов химического анализа	ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	
Умения	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Уметь проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Уметь использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных	

	использованием специализированных компьютерных программ.	исследований	
	Уметь применять основные законы химии	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Уметь подбирать метод анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных среди стандартных методов	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знать место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	
	Уметь применять методы химического анализа на практике	ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	

	Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Владеть информацией о методах анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знает место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	
	Владеть современными методами химического анализа	ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Химические и биологические сенсоры» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 5 курсе в течение 9 семестра.

Цель изучения дисциплины: получение студентами основ теоретических знаний по ключевым разделам химических и биологических сенсоров и приобретение навыков выполнения лабораторных работ, необходимых для осуществления профессиональной деятельности.

«Химические и биологические сенсоры» относится к циклу профессиональных естественнонаучных дисциплин федерального компонента. Курс тесно связан с неорганической, физической химией, экологией и математикой. Для успешного усвоения материала студент должен иметь прочные знания по общему курсу «Аналитическая химия», в первую очередь, по основам электрохимических методов анализа. Изучение дисциплины, как минимум, требует предварительной подготовки студентов по таким дисциплинам как общая химия, физическая химия, аналитическая химия, электрохимия, физика, математический анализ, общий физический лабораторный практикум. В целом, курс направлен на изучение способов статистической обработки экспериментальных данных, определению точности, правильности и прецизионности результатов количественного анализа. Формой отчетности является зачёт.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.



#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции: ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
Второй этап (уровень)	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических соединений, называть вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии
Третий этап (уровень)	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам

Код и формулировка компетенции: ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с

	оформления результатов работы, нормы ТБ	норм ТБ	ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Умеет проводить простой анализ и одностадийный синтез по готовой методике без оформления протокола опытов	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных веществ	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

Код и формулировка компетенции: ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Затрудняется в знании основных характеристик и свойств компонентов химических производств; типов и степени воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Знает принципы определения экологической безопасности производств, методы предотвращения возможных аварий
Второй этап (уровень)	Уметь использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	Умеет использовать простейшие технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает ошибки	Умеет определять риски и предвидеть последствия аварии, возникающие в результате отказа работы аппаратуры
Третий этап (уровень)	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	Владеет простейшими навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов, но допускает ошибки	Владеет методами расчета рисков химических производств, принципами диагностики химико-технологической системы

Код и формулировка компетенции: ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
Второй этап (уровень)	Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
Третий этап (уровень)	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования.	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки
	Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

Код и формулировка компетенции: ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать основные понятия и законы химии	Знания носят фрагментарный характер	Сформированное и систематизированное представление о химической науке
Второй этап (уровень)	Уметь применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
Третий этап	Владеть системой фундаментальных	Фрагментарное владение системой фундаментальных	Успешное и <b>системное</b> владение системой

(уровень)	понятий химии.	химических понятий	фундаментальных химических понятий
-----------	----------------	--------------------	------------------------------------

Код и формулировка компетенции: ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать основные законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
Второй этап (уровень)	Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
Третий этап (уровень)	Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

Код и формулировка компетенции: ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знает место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать стандартные методы анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод, правила обработки и оформления результатов работы	Не знает	Знает стандартные методы анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод, основные правила обработки и оформления результатов работы
Второй этап (уровень)	Уметь подбирать метод анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных среди стандартных методов	Не умеет	Умеет правильно выбирать метод анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод среди известных методов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
Третий этап (уровень)	Владеть информацией о методах анализа атмосферного	Не владеет	Владеет базовыми навыками выбора метода проведения анализа атмосферного

	воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод		воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод, правильного протоколирования опытов
--	---	--	--

Код и формулировка компетенции: ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать принципы, способы и области использования основных методов химического анализа	Имеет некоторые представления	Имеет достаточные знания о принципах функционирования, способах работы и методах использования основных методов химического анализа.
Второй этап (уровень)	Уметь применять методы химического анализа на практике	Не в состоянии применить методы химического анализа на практике	Умеет применять большинство классических и физико-химических методов анализа на практике и способен применить их для решения конкретных задач аналитической химии
Третий этап (уровень)	Владеть современными методами химического анализа	Плохо владеет методами химического анализа	В совершенстве владеет базовыми навыками химического анализа по проведению анализа количественного и качественного состава вещества всем доступным арсеналом химических и физико-химических методов анализа, и способен проводить анализы сложных смесей

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап	Знать теоретические	ОПК-1 способностью	Аудиторная работа,

Знания	основы базовых химических дисциплин	воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать основные понятия и законы химии	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать стандартные методы анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод, правила обработки и оформления результатов работы	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знает место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Знать принципы, способы и области использования	ПСК-2 Знает существование реакций и процессов, используемых в	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа

	основных методов химического анализа	аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	
2-й этап Умения	Уметь выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь применять основные законы химии	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа

	Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь подбирать метод анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных среди стандартных методов	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знать место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Уметь применять методы химического анализа на практике	ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
3-й этап Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	ПК- 2 Владение навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть начальными навыками работы со специализированным научным	ПК- 2 Владение навыками использования современной	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа



	оборудованием	аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть информацией о методах анализа атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и сточных вод	ПСК-1 Понимает роль химического анализа, знать место аналитической химии в системе наук, владеет метрологическими основами анализа	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
	Владеть современными методами химического анализа	ПСК-2 Знает существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических)	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

#### **Зачет по курсу «Химические и биологические сенсоры»**

Типовые вопросы для проведения зачета по итогам освоения дисциплины

1. Классификация и основные характеристики газовых химических сенсоров.
2. Понятие о чувствительности сенсора, предельной чувствительности и избирательности
3. Наноразмерные материалы для сенсорных датчиков: нано-структурированные, поверхностно-допированные и нанокompозитные.
4. Зонная модель полупроводника. Электроны и дырки. Распределение Ферми.
5. Энергетическая диаграмма поверхности, характеристики поверхностной области пространственного заряда.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **60-100 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **1-59 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **Коллоквиум**

Коллоквиум представляет собой письменные ответы на 2 теоретических вопроса с последующим устным ответом.

#### **Типовые вопросы для подготовки к коллоквиуму**

1. Классификация и основные характеристики газовых химических сенсоров.
2. Понятие о чувствительности сенсора, предельной чувствительности и избирательности
3. Наноразмерные материалы для сенсорных датчиков: нано-структурированные, поверхностно-допированные и нанокompозитные.
4. Зонная модель полупроводника. Электроны и дырки. Распределение Ферми.
5. Энергетическая диаграмма поверхности, характеристики поверхностной области пространственного заряда.

#### **Критерии оценки на коллоквиуме:**

- **15 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы на коллоквиуме. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **10 балла** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **5 балла** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов.

Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- 1-2 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Контрольная работа по дисциплине  
«Химические и биологические сенсоры»  
Типовые задания**

Вариант 1

1. Нарисуйте структуру газочувствительного потенциметрического сенсора и объясните принцип его действия. В качестве примера укажите, какими должны быть его составные части для реализации потенциметрического газового сенсора, реагирующего на аммиак.
2. Установите соответствие между перечисленными в таблице видами электрохимических сенсоров и видом возникающих в них первичных информационных сигналов.

Вид сенсоров	Вид первичных сигналов
1) амперометрический	а) изменение ВАХ
2) вольтамперометрический	б) изменение ёмкости и электропроводности
3) импедансный	в) изменение разности потенциалов
4) кондуктометрический	г) изменение тока во времени
5) кулонометрический	д) изменение электрического заряда
6) потенциметрический	е) изменение электрического тока
7) хроноамперометрический	ж) изменение электропроводности

**Критерии оценки контрольной работы:**

Студенту ставится зачет, если выполнено 3 задания.

Студенту ставится не зачет, если выполнено менее 3 заданий.

**Аудиторная работа**

Аудиторная работа представляет собой:

- Устные ответы на вопросы во время занятия;
- Выходы к доске с ответом.

**Критерии оценки аудиторной работы:**

За каждый вид аудиторной работы, представленной выше студенту ставится 3 балла.

**Реферат**

Типовые темы рефератов:

1. Потенциметрические сенсоры.
2. Потенциметрический «электронный язык».
3. Амперометрические сенсоры.

**Критерии оценки:**

5-10 баллов ставится студенту за защиту реферата, оформленного по требованиям.

0-5 баллов ставится студенту за защиту реферата с ошибками.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Золотов, Ю.А. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Золотов. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 266 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84079>
2. Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97670>

Дополнительная литература:

3. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс] : учебник / Е.Г. Власова [и др.] ; под ред. О.М. Петрухина, Л.Б. Кузнецовой. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 467 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97407>
4. Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Лебухов, А.И. Окара, Л.П. Павлюченкова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4543>
5. Рудакова, Л.В. Информационные технологии в аналитическом контроле биологически активных веществ [Электронный ресурс] : монография / Л.В. Рудакова, О.Б. Рудаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 364 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60658>
6. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 419 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90273>

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего
---	---	--

		документа
<p><b>1.учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория №305 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), № 311 (химфак корпус), № 405 (химфак корпус)</p> <p><b>2. учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 315 (химфак корпус), лаборатория №312 (химфак корпус)</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория №311(химфак корпус), аудитория № 310(химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус)</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> №001 (химфак корпус), №002 (химфак корпус), аудитория № 006 (химфак корпус), № 007 (химфак корпус), № 008 (химфак корпус), аудитория №305 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), № 405 (химфак корпус).</p> <p><b>5. помещение для самостоятельной работы:</b> читальный зал №1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал №5 (гуманитарный корпус), читальный зал №6 (учебный корпус), читальный зал №7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 312 (химфак корпус).</p> <p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория 318 (химфак корпус)</p>	<p><b>Аудитория №001</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №002</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория № 006</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №007</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория 008</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска</p> <p><b>Аудитория №305</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория № 310</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183</p> <p><b>Аудитория №311</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white</p> <p><b>Аудитория № 405</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic</p> <p><b>Лаборатория №315</b> Учебная мебель, Весы ВЛ-320С, Дозатор пипеточных автоклавируемый с переменным объектом одноканальный ДПАОП-1-0,5-10, Компьютер USN Business Pentium G640, Мешалка магнитная ПЭ-6110, рН-метр-ионометр S-220-kit, Потенциостат-гальвонастат PGSTAT204, Потенциостат-гальвонастат P-8nano, Прибор модульный FRA32M Metrohm Autolab, Термостат циркуляционный LOIR LT-105, МФУ Canon 1-SENSYS MF4730, Ноутбук ASER Aspire 4810T.</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Неограниченный доступ к ЭБС и</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензиибессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. KasperskyEndpointSecurity для бизнеса - Стандартный. Договор №31806820398 от 17.09.2018 г. Срок действия лицензии до 25.09.2019.</p>

БД; количество посадочных мест – 76.

**Читальный зал №2**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

**Читальный зал №5**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.

**Читальный зал №6**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.

**Читальный зал №7**

Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.

**Лаборатория № 312**

Учебная мебель, МФУ HP LaserJet M1005, Компьютер в составе: системный блок, клавиатура, мышь.

**Лаборатория № 318**

Учебная мебель, МФУ M Samsung лазерный SCX-4623F, Компьютер в составе: системный блок DEPO 460MDi5-650, монитор, клавиатура, мышь, Рефрактометр, набор ариометров, 2 рН-метра АНИОН-4100, 2 рН-метра HI98103 Checker1.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Химические и биологические сенсоры 9 семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	36
практических/ семинарских	-
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	107
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:  
зачет

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	<b>Модуль 1.</b> Химические сенсоры. Определение. Роль наноструктур в химических сенсорах. Типы химических сенсоров. Цели разработки и применения.	4		4	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
2.	Потенциометрические сенсоры – самый широкий класс сенсорных устройств. Термодинамические представления о механизме чувствительности потенциометрических сенсоров.	6		6	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
3.	Основные аналитические характеристики химических сенсоров для анализа жидких сред. Крутизна электродной функции. Предел обнаружения. Селективность. Влияние pH. Время отклика.	6		6	14	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
4.	<b>Модуль 2.</b> Основные методы анализа сложных по составу растворов с помощью химических сенсоров. Метод прямой потенциометрии (ПП), методы стандартной добавки (МСД) и стандартного удаления (МСУ) и их модификации, метод многократных добавок (ММД) и его модификации и потенциометрическое титрование (ПТ) с использованием в качестве индикаторов ионселективных электродов.	4		4	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
5.	Сенсорные системы. Способы и цели их разработки и применения	4		4	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
6.	<b>Модуль 3.</b> Обработка данных высокой размерности для анализа отклика сенсорных систем. Методы распознавания образов и многомерной калибровки	4		4	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум



7.	Методы нанесения тонких халькогенидных сенсорных слоев. Лазерная абляция. Перспективы развития и проблемы существующих методов.	4		4	13	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
8.	Аналитическое применение композитных наносенсоров и сенсорных систем на их основе	4		4	15	[1-6]	изучение лекций	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	36		36	107			

**Рейтинг – план дисциплины**

Название дисциплины: Химические и биологические сенсоры

Направление/специальность: 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», курс 5, семестр 9

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа	2	10	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум	15	1	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа	2	10	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Реферат	10	1	0	10
<b>Модуль 3</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Аудиторная работа	2	10	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Коллоквиум	15	1	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация статей	5	2	0	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет				
2. Экзамен				