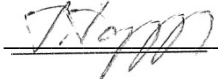


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры АХ  
протокол от «17» марта 2020 г. № 15

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

  
/Яркаева Ю.А.  
(подпись, Фамилия И.О.)

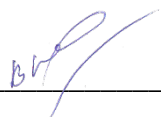
Дата приема 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель: к.х.н., старший преподаватель Яркаева Ю.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 15 от «17» марта 2020 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:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ПК-1. способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	ПК-1.1. Знать научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.	Знать: научную новизну и важность практического использования данных, полученных при выполнении магистерской диссертации.
		ПК-1.2 Знать основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР..	Знать: основную литературу по тематике исследования, преимущества и недостатки теоретических и экспериментальных методов используемых в НИР.
		ПК-1.3. Уметь на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа	Уметь: на основе литературы выделять и использовать для объяснения результатов НИР теоретическую основу экспериментальных методов синтеза и анализа
		ПК-1.4 Уметь правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике	Уметь: правильно составлять конспект статьи/книги, определять главные положения предшествующих работ по данной тематике
		ПК-1.5 Владеть начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.	Владеть: начальными навыками в формулировке тематики НИР по результатам первичного анализа литературных данных в выбранной области исследований.
		ПК-1.6 Владеть навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации	Владеть: навыками экспериментальных и теоретических работ и по теме НИР магистерской диссертации
		ПК-2. Владением навыками использования современной аппаратуры при	ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и		

	проведении научных исследований	измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	измерений с использованием специализированных компьютерных программ.
		ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов
		ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием
	ПК-3. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии
		ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии
		ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.

## **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. Formой 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 **ПК-2**. Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	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 определяет компоненты приборов Имеет представления о нормальном режиме их функционирования при проведении отдельных операций	Самостоятельно определяет компоненты приборов. Имеет представления о нормальном режиме их функционирования. Применяет компьютерные программы для управления прибором	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированных компьютерных программах.	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированны	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием

использованием специализированных компьютерных программ.	специализированных компьютерных программ.			х компьютерных программах.	специализированны х компьютерных программ.
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Выполняет отдельные операции в ходе пробоподготовки. Проводит измерения, не способен изменять параметры прибора.	Самостоятельно выполняет большинство операций в ходе пробоподготовки простых объектов. Самостоятельно готовит прибор к запуску, контролирует и изменяет параметры прибора в ходе эксперимента.	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки. Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования. Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятии показаний измерений	Выполняет отдельные операции в ходе пробоподготовки. Проводит измерения, не способен изменять параметры прибора.	Самостоятельно выполняет большинство операций в ходе пробоподготовки простых объектов. Самостоятельно готовит прибор к запуску, контролирует и изменяет параметры прибора в ходе эксперимента.	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки. Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов



					невысокой сложности
--	--	--	--	--	---------------------

Код и формулировка компетенции **ПК-3**. Владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	Знания носят фрагментарный характер	Знание базовых и понятий и законов химической науки.	В целом сформированные знания о системе фундаментальных химических понятий, содержащие некоторые пробелы.	Сформированное и систематизированное представление о химической науке
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Частично освоенное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	В целом успешно, но не <b>системное</b> умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов	Сформированное умение решать стандартные задачи на применение фундаментальных химических понятий и законов
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Фрагментарное владение системой фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но не <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками	Успешное и <b>системное</b> владение системой фундаментальных химических понятий

				владение системой фундаментальных химических понятий	
--	--	--	--	--	--

Код и формулировка компетенции **ПК-4**. Способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Знает некоторые понятия и законы химии и смежных наук	Знание о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки в целом полные, но содержат некоторые пробелы.	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	В целом успешно, но не <b>системное</b> умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе

					полученных результатов
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но не <b>системное</b> владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками 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

**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**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-2.1. Знать оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-2.2. Уметь проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-2.3. Владеть основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-2.4 Владеть начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-3.1. Знать основные понятия и законы химии	Знать: Основные понятия и законы химии	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-3.2. Уметь применять основные законы химии	Уметь: Применять основные законы химии	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-3.3. Владеть системой фундаментальных понятий химии.	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-4.1. Знать основные законы химии и смежных наук	Знать: основные законы химии и смежных наук	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-4.2 Уметь применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа
ПК-4.3. Владеть основными методами анализа и обработки полученных результатов	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Аудиторная работа, реферат, коллоквиум, контрольная работа

### 4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2.

#### Экзамен 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.

#### Образец экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»  
Факультет химический  
Кафедра аналитической химии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Химические и биологические сенсоры  
Направление 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»  
Направленность Аналитическая химия

1. Классификация и основные характеристики газовых химических сенсоров.
2. Понятие о чувствительности сенсора, предельной чувствительности и избирательности

Утверждено на заседании кафедры от \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой

В.Н. Майстренко

#### Критерии оценки (в баллах):

- **«отлично»** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы коллоквиума, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** 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;

- **«неудовлетворительно»** 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.

### **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 потенциометрического сенсора и объясните принцип его действия. В качестве примера укажите, какими должны быть его составные части для реализации потенциометрического 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

1) амперометрический

Вид первичных сигналов

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) потенциометрический    | 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. Потенциометрические сенсоры.
2. Потенциометрический «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 аудитория 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>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>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</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>



<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 №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-ионметр 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 БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал №5</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал №6</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал №7</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт,</p>	
---	---	--

	<p>неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 312</b> Учебная мебель, МФУ HP LaserJet M1005, Компьютер в составе: системный блок, клавиатура, мышь.</p> <p><b>Лаборатория № 318</b> 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.</p>	
--	--	--

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				