

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Игнатова Ирина Гургановна

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 02.03.2026 14:57:38

Уникальный программный ключ:

21af6406685604731974064281a0515715e77083787314cdd044e55c1f481e

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по УР



 М.Г.Галахтин

«6»  2019

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
"Химические аспекты сенсорных систем"

Москва – 2019

Раздел 1. Характеристика программы

1.1 Цель реализации программы

Цель программы – обеспечение реализации в педагогической практике педагога требований, предъявляемых к его профессиональным компетенциям, а именно расширение представлений о возможности использования методов современной науки в процессе преподавания химии и экологии.

Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки Педагогическое образование
		Бакалавриат 44.03.01
1.	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8

1.2. Планируемые результаты обучения

№	Знать – уметь	Направление подготовки Педагогическое образование
		Бакалавриат 44.03.01
		Код компетенции
1	знать: - основные типы сенсоров; - параметры сенсоров; - методы обработки аналитического сигнала; - основные физико-химические принципы, на которых базируется работа химических сенсоров. уметь: - организовать исследовательскую, самостоятельную работу учащихся с использованием специальных научных знаний в области сенсорных систем в соответствии с требованиями ФГОС общего образования; - способствовать популяризации среди учащихся	ОПК-8

	научно-образовательной и творческой деятельности, выявлять талантливую молодежь - формировать познавательную мотивацию, развивать познавательные интересы учащихся.	
--	--	--

1.3. Категория обучающихся: Уровень образования – ВО, направление подготовки – «Педагогическое образование», область профессиональной деятельности: общее образование, управление образовательной организацией, управление процессами образовательной деятельности.

1.4. Форма обучения: очно-заочная

1.5. Режим занятий: 1-2 раза в неделю по 2 или 4 академических часа

1.6. Трудоемкость программы: 72 часа

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы			Внеаудиторная работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Всего ауд., час	Лекции	Практические и др. формы занятий	с/р		
1.	Раздел 1. Общие представления о сенсорах	8	4	4	2	Выполнение и защита лабораторной работы "Изучение методов обработки аналитического сигнала"	10
1.1	Общие представления о сенсорах. Основные определения	2	2	0	1		3

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы			Внеауди торная работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Все- го ауд., час	Лек- ции	Практи- ческие и др. формы занятий	с/р		
1.2.	Аналитические характеристики химических сенсоров. Методы определения и расчета. Методы обработки аналитического сигнала.	6	2	4	1		7
2.	Раздел 2. Основные принципы функционирования электрохимических сенсоров	20	4	16	5	Выполнение и защита лабораторных работ из блока "Применение электрохимических сенсоров для экологического мониторинга сред"	25
2.1.	Основы электрохимических взаимодействий	2	2	0	1		3
2.2.	Электрохимические сенсоры. Принцип действия, устройство. Примеры практической реализации. Применение	18	2	16	4		22

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы			Внеауди торная работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Все- го ауд., час	Лек- ции	Практи- ческие и др. формы занятий	с/р		
3.	Раздел 3. Основные принципы функционирования оптических сенсоров	10	2	8	3	Выполнение и защита лабораторных работ из блока "Применение оптических сенсоров для экологического мониторинга сред"	13
3.1.	Основы оптических взаимодействий. Оптические сенсоры.	2	2	0	1		3
3.2.	Оптические сенсоры. Принцип действия, устройство. Примеры практической реализации. Применение	8	0	8	2		10
4.	Раздел 4. Основные принципы функционирования импедансных сенсоров газов	12	4	8	4	Выполнение и защита лабораторных работ "Получение сенсора влажности на основе пористого оксида алюминия", "Определение влажности с помощью влажностных структур на основе пористого оксида алюминия"	16

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы			Внеауди- торная работа	Формы контроля	Трудоемкость
		Все- го ауд., час	Лек- ции	Практи- ческие и др. формы занятий	с/р		
4.1	Адсорбция аналита на поверхности распознающего элемента	6	2	4	2		8
4.2	Кинетика процесса распознавания аналита. Перенос заряда. Медиаторы	6	2	4	2		8
5.	Итоговая аттестация	2	0	2	6	Подготовка и защита задания итоговой аттестации	8
	Итого	52	14	38	20		

2.2. Учебная программа

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Раздел 1. Общие представления о сенсорах		
Тема 1.1 Общие представления о сенсорах. Основные определения	Лекция (2 часа)	Цели и задачи курса. Общие представления о сенсорах. Основные понятия и определения. Химические и биосенсоры. Классификация и области применения.
	Самостоятельная работа (1 час)	Самостоятельное ознакомление с дополнительными материалами
Тема 1.2 Аналитические характеристики химических сенсоров.	Лекция (2 часа)	Аналитические характеристики химических сенсоров. Методы их определения и расчета. Методы обработки аналитического сигнала.

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Методы определения и расчета. Методы обработки аналитического сигнала.	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Изучение методов обработки аналитического сигнала". Практическое освоение методов обработки аналитических сигналов сенсоров.
	Самостоятельная работа (1 час)	Закрепление теоретического материала изученного в разделе и подготовка к лабораторной работе
Раздел 2 Основные принципы функционирования электрохимических сенсоров		
Тема 2.1. Основы электрохимических взаимодействий	Лекция (2 часа)	Окислительно-восстановительные превращения. Электрохимические процессы. Основные понятия электрохимии. Типы электродов. Электродный потенциал, зависимость от различных факторов. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал, измерение. Водородный электрод. Ряд напряжений металлов. Основные принципы функционирования электрохимических сенсоров.
	Самостоятельная работа (1 час)	Самостоятельное ознакомление с дополнительными материалами
Тема 2.2. Электрохимические сенсоры. Принцип действия, устройство. Примеры практической реализации. Применение	Лекция (2 часа)	Потенциометрические электрохимические сенсоры. Ионоселективные электроды. Амперометрические и кондуктометрические сенсоры. Электрохимические сенсоры на основе полевых транзисторов.

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение электрохимических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение pH различных сред методом прямой потенциометрии". Практическое освоение методов работы с электрохимическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение электрохимических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение pH различных сред методом потенциометрического титрования". Практическое освоение методов работы с электрохимическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение электрохимических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение загрязненности сред хлорид-ионами". Практическое освоение методов работы с электрохимическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение электрохимических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение загрязненности сред нитрат-ионами". Практическое освоение методов работы с электрохимическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
	Самостоятельная работа (4 часа)	Закрепление теоретического материала изученного в разделе и подготовка к лабораторным работам
Раздел 3		
Основные принципы функционирования оптических сенсоров		
Тема 3.1. Основы оптических взаимодействий. Оптические сенсоры.	Лекция (2 часа)	Основные определения и понятия. Основные типы взаимодействия веществ излучением. Спектры атомов и молекул. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Оптические сенсоры. Классификация. Принцип действия, устройство.
	Самостоятельная работа (1 час)	Самостоятельное ознакомление с дополнительными материалами
Тема 3.2. Оптические сенсоры. Принцип действия, устройство. Примеры практической реализации. Применение	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение оптических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение загрязненности сред ионами железа". Практическое освоение методов работы с оптическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Применение оптических сенсоров для экологического мониторинга сред. Определение загрязненности сред ионами марганца". Практическое освоение методов работы с оптическими сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Самостоятельная работа (2 часа)	Закрепление теоретического материала изученного в разделе и подготовка к лабораторным работам

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Раздел 4 Основные принципы функционирования импедансных сенсоров газов		
Тема 4.1. Адсорбция аналита на поверхности распознающего элемента	Лекция (2 часа)	Сорбция. Основные определения (абсорбция, адсорбция, хемосорбция, адсорбент, адсорбат). Термодинамические основы процесса сорбции. Изотермы адсорбции: определение, типы изотерм. Уравнения изотерм адсорбции
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Получение сенсора влажности на основе пористого оксида алюминия". Практическое освоение методов работы с импедансными сенсорами, ознакомление с их устройством и применением
	Самостоятельная работа (2 часа)	Самостоятельное ознакомление с дополнительными материалами. Закрепление теоретического материала изученного в разделе и подготовка к лабораторной работе
Тема 4.2. Кинетика процесса распознавания аналита. Перенос заряда. Медиаторы	Лекция (2 часа)	Механизм и кинетика распознавания аналита. Определение постоянной времени процесса. Механизм переноса заряда в чувствительном слое сенсора. Медиаторы. Примеры. Требования к медиаторам. Системы с использованием медиаторов.
	Лабораторная работа (4 часа)	Работа в малых группах по 4-6 человек. Выполнение и защита лабораторной работы "Определение влажности с помощью влагочувствительных структур на основе пористого оксида алюминия". Практическое освоение методов работы с импедансными, ознакомление с их устройством и применением

№ п/п	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
	Самостоятельная работа (2 часа)	Самостоятельное ознакомление с дополнительными материалами. Закрепление теоретического материала изученного в разделе и подготовка к лабораторной работе
Итоговая аттестация		
	Самостоятельная работа (6 часов)	Подготовка задания итоговой аттестации
	Практическое занятие (2 часа)	Защита задания итоговой аттестации

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Оценка качества освоения в ходе программы осуществляется по результатам выполнения заданий промежуточной аттестации (лабораторных работ). К итоговой аттестации обучающийся готовит защиту задания итоговой аттестации.

Слушателям предлагаются задания следующих видов:

- Первый вид заданий (промежуточная аттестация) представляет собой задания исследовательского характера -выполнение лабораторных работ (с использованием методических указаний к ним). Целью выполнения этих заданий является приобретение навыков, необходимых при организации обучения с использованием лабораторного оборудования. Защита лабораторных работ включает в себя собеседование по теоретическим основам метода (позволяет диагностировать степень усвоения слушателями теоретического лекционного материала) и проверку правильности выполнения практической части (позволяет диагностировать опыт деятельности слушателя). За собеседование по результатам выполнения лабораторной работы обучающийся может получить от 1 до 3 баллов (полное и верное изложение материала - 3 балла, изложение с незначительными недочетами - 2 балла, изложение с существенными недочетами - 1 балл). За выполнение практической части начисляется также от 1 до 3 баллов (аккуратное ведение лабораторного журнала и небольшая ошибка эксперимента - 3 балла, недостаточно аккуратное ведение лабораторного журнала, но небольшая ошибка эксперимента - 2 балла, недостаточно аккуратное ведение лабораторного журнала и значительная ошибка эксперимента - 1 балл). Таким образом, в процессе выполнения лабораторного практикума обучающийся может набрать от 18 до 54 баллов.
- Второй вид заданий (в рамках подготовки к итоговой работе) – самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов, не рассматриваемых на занятиях или

углубленное изучение отдельных вопросов курса, частично рассмотренных на занятиях. Цель – формирование умения самостоятельной адаптации теоретического материала для достижения поставленных целей. Этот вид заданий является важной составляющей формирования навыков самообразования и профессионального становления современного учителя.

- Третий вид заданий (итоговая аттестация) представляет собой задания продуктивного и творческого характера, при выполнении которых от слушателей требуется интерпретация полученных знаний и умений и самостоятельное проектирование собственных продуктов. Слушателю предлагается выбрать один из следующих вариантов:
 - разработка технологической карты урока / фрагмента урока / темы;
 - самостоятельный поиск ресурсов, включающих дополнительную информацию по проблемам / вопросам, сформулированным самим слушателем;
 - проектирование заданий для учащихся либо создание плана проектно-исследовательской работы с применением полученных в курсе знаний.

Выполнение итоговой работы (защита презентации) оценивается из расчета от 5 до 15 баллов по сумме оценки в соответствии с критериями оценивания.

При выборе в качестве итогового задания разработки сценария урока используются следующие критерии оценивания:

- Соответствие ФГОС по предмету (1-3 балла),
- Логически выстроенная структура урока (1-3 балла),
- Смена видов деятельности на уроке в соответствии с СанПиНом (1-3 балла),
- Сценарий проработан на всех этапах урока, разработана презентация (1-3 балла),
- В структуре урока присутствуют аудио, фото и видео материалы, тестовые задания интерактивные элементы, фронтальные задания (1-3 балла).

При выборе в качестве итогового задания самостоятельного поиска ресурсов работа оценивается по критериям:

- Логика изложения материала (изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному) (1-3 балла);
- Возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности школьников (1-3 балла);
- Качество иллюстративного материала (использование видео, аудио и т.п.) (1-3 балла);
- Формирование познавательной мотивации слушателей (1-3 балла);
- Применение в презентации ресурсов электронной библиотеки (1-3 балла)

При выборе в качестве итогового задания разработки плана проектно-исследовательской работы для оценивания используются следующие критерии:

- разработка собственного плана формирования умений самостоятельной деятельности в процессе обучения (3-10 баллов);
- применение полученных в курсе знаний (2-5 баллов).

Оценка качества освоения программы осуществляется в виде текущего контроля (защита лабораторных работ) и по результатам выполнения и защиты слушателями итогового

задания. Если сумма набранных баллов составляет 30 баллов и больше (при обязательном выполнении лабораторных работ и итоговой работы), то программа обучения считается освоенной слушателем.

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

Нормативные документы:

- 1) Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции от 29.12.2017) [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/
- 2) Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 года № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://минобрнауки.рф/documents/543>
- 3) Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 29 декабря 2010 г. № 189 «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарноэпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://base.garant.ru/12183577/#ixzz43BYMr6yC>

Электронные ресурсы

- 1) Общегородская платформа электронных образовательных материалов [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://uchebnik.mos.ru/>
- 2) Общегородской электронный журнал-дневник [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://dnevnik.mos.ru/>

Информационные ресурсы, литература

Основная литература

1. Баника Ф.-Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения / Баника Ф.-Г.; Пер. с англ. И.М. Лазера, под ред. В.А. Шубарева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Техносфера, 2014. - 880 с.
2. А. Борисов, С. Гаврилов, С. Крутоверцев. Химические сенсоры. Учебное пособие. LAMBERTAcademicPublishing, 2012, 304 с.

Дополнительная литература

1. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Пер. с англ. / Фрайден Дж. - М.: Техносфера, 2005. - 592 с.

2. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. Пер. с англ. / Р.Г. Джексон. - М.: Техносфера, 2007. - 384 с.

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС

Режим доступа: <http://orioks.miet.ru>).

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Для реализации представленной программы необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Мультимедийная аудитория	Лекции, защиты проектов	Оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, доска, ПО: Microsoft Power Point, Word; AdobeReader, возможность удаленного доступа к материалам для слушателей
Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ (ауд. 3336-3345)	Лабораторные работы	- Учебный лабораторный комплекс для проведения фотоколориметрического анализа примесей Mn, Cr и Fe (III) в объектах экосферы; - Учебный лабораторный аналитический комплекс контроля примесей Cl^-, NO_3^- в объектах экосферы; - Учебный лабораторный аналитический комплекс контроля pH воды.
Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ (ауд. 4342, 4349)	Лабораторные работы	Стенды для проведения лабораторной работы «Л/р получение сенсора влажности на основе пористого оксида алюминия», включающие в себя электрохимическую ячейку для анодного окисления алюминия, источник питания «Agilent N5751A», малогабаритную вакуумную установку настольного типа МВУТМ-Магна нанесения плёнок металлов методом магнетронного распыления материала мишени Стенд для проведения лабораторной работы «Определение влажности с помощью влагочувствительных структур на основе пористого оксида алюминия», включающий в себя ячейку для тестирования чувствительной структуры, подключаемую к

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
		измерителю иммитанса МНИПИ Е7-20

Составители программы

Доценты Института перспективных материалов и технологий МИЭТ:

к.т.н. Борисов А.Г.

к.т.н. Ильяшева Е.В.

к.т.н. Осипенкова Н.Г.

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю.Соколова