МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Е.В. Хохлова
«07» апреля 2023г.

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

ХИМИЧЕСКИЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НОВЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

г. Москва, 2023

РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Формирование и/или приобретение новых профессиональных компетенций касающихся основных методов химического и электросинтеза биологически активных веществ (БАВ).

Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции и планируемые результаты обучения

№	Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции	Код компетенции	Знать/Уметь: Планируемый результат
1.	Компетенция 1 (приобретаемая в результате обучения)	ОПК-1 Понимать фундаментальные основы химического и электрохимического синтеза. Иметь представление о наиболее актуальных направлениях этой отрасли знаний.	Умение применять знания по химии для осуществления аналитических определений в области синтеза новых БАВ
2.	Компетенция 2(приобретаемая в результате обучения)	ПКос Способен выполнять аналитические исследования в области химического и электрохимического синтеза.	Умение выполнять аналитические определения в соответствии с аттестованными методиками в области синтеза новых БАВ

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план программы повышения квалификации

«Химический и электрохимический синтез новых биологически активных соединений»

Категория слушателей: сотрудники Россельхознадзора, Роспотребнадзора, испытательных центров Ростеста, магистранты, аспиранты и преподаватели вузов, сотрудники служб контроля качества предприятий АПК. Требования к слушателям: высшее образование в области химии, электрохимии, биологии, агрохимии, физиологии и биохимии растений.

Форма обучения: с применением дистанционных образовательных технологий

Режим занятий: 4 часа в день, 4 раза в неделю

Срок освоения: 4 недели, 2 дня (18 дней)

Трудоемкость программы: 72 академических часов

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего ак.часов	В том числе внеаудиторные учебные занятия, учебная работа			Формы аттестации, контроля
			Сам. работа	Лекции	Практ. занятия	
1	Раздел 1 Методы органического синтеза	24	16	8	-	Тестирование
2	Раздел 2 Методы электрохимического синтеза	24	16	8	-	Тестирование
3	Раздел 3 Синтез биологически активных веществ	24	16	8	-	Тестирование
Итоговая аттестация		Зачёт в форме тестирования				

2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Химический и электрохимический синтез новых биологически активных соединений»

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
1	Раздел I Методы органического синтеза			
	Тема 1 Классификация органических реакций и реагентов. Способы разрыва ковалентной связи. Реакция нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.	Лекция 1, 2 ак.ч.	Классификация реакций по типу образования и разрыва связей в лимитирующей стадии, по типу реагента и по соотноше-нию числа молекул реагентов и продуктов. Теория переходного состояния. Гиперповерхность потенциальной энергии, координата и энергетический профиль реакции. Термодинамические	Знание теоретических основ протекание органических превращений в химических реакциях

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			параметры активации. Кинетические уравнения основных типов реакций. Методы экспериментального изучения кинетики и механизмов реакций.	
		Самостоятельная работа 1, 6 ак.ч.	Проработка теоретического материала: классификация органических реакций и реагентов. Способы разрыва ковалентной связи. Реакция нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.	Знание теоретических основ органический превращений в реакциях. Умение выполнять и подбирать необходимые компоненты органического синтеза
	Тема 2 Нуклеофильное замещение у алифатического тригонального атома углерода. Реакции ацилирования.	Лекция 2, 2 ак.ч.	Нуклеофильное замещение в алифатическом ряду. Механизмы SN1 и SN2, смешанный ионно-парный механизм. Влияние структуры субстрата и полярности растворителя на скорости и механизм реакции.	Знание теоретических основ и практические навыки проведения органических превращений в химических реакциях
		Самостоятельная работа 2, 5 ак.ч.	Проработка теоретического материала: нуклеофильное замещение у алифатического тригонального атома углерода. Реакции ацилирования.	Знание органические превращения в синтезе веществ. Умение подбирать необходимые компоненты в синтезе реакций.

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
	Тема 3 Реакции замещения в ароматическом ядре. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.	Лекция 3, 4, 4 ак.ч.	Типичные механизмы нуклеофильного замещения у sp2 – гибридного атома углерода. Винильный катион. Моно- и бимолекулярные процессы нуклеофильного замещения в ароматическом ряду. Катализ переходными металлами. Нуклеофильное замещение в нитропроизводных бензола. Электрофильное замещение у атома углерода. Механизмы замещения. Нуклеофильный катализ электрофильного замещения. Влияние структуры субстрата и эффектов среды на скорость и направление реакций.	Знание теоретических основ и практические навыки проведения органических превращений в химических реакциях
		Самостоятельная работа 3, 5 ак.ч.	Проработка теоретического материала: Реакции замещения в ароматическом ядре. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.	Знание теоретических основ и практические навыки проведения органических превращений в химических реакциях
2	Раздел II Методы электрохимического синтеза			
	Тема 4 Катодные и анодные материалы. Конструкции электролизеров	Лекция 5,6, 4 ак.ч.	Катодные материалы. Требования к ним. Виды катодных материалов. Изменения состояния поверхности катодов. Анодные материалы. Виды анодных материалов. Диафрагмы и мембраны. Конструкции электролизеров.	Знание теоретических основ катодных и анаодных материалов. Уметь разбираться в конструкции электролизеров

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
	Тема 5 Электросинтез и механизмы катодных реакций с участием органических соединений	Самостоятельная работа 4, 8 ак.ч.	Восстановление углеводородов. Образование анионрадикалов. Реакции анионрадикалов. Восстановление галогенсодержащих соединений. Восстановление нитросоединений. Восстановление насыщенных карбонильных соединений и их производных. Восстановление карбоновых кислот и их производных.	Умение разбираться в разных видах электросинтеза с участием органических веществ
	Тема 6 Электросинтез и механизмы анодных реакций с участием органических соединений	Лекция 7,8, 4 ак.ч.	Окисление углеводородов. Окисление карбоновых кислот. Окисление аминов. Окисление кислородсодержащих соединений. Окисление серосодержащих соединений.	Умение выбирать необходимые вещества для проведения окисление органических соединений.
		Самостоятельная работа 5, 8 ак.ч.	Современные приборы, электрофорезы, электрохимические приборы для разделения и синтеза органических веществ	Умение выбирать необходимое оборудование для проведение анализа
	Раздел III Синтез биологически активных веществ			
	Тема 7. Современные методы синтеза пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом	Лекция 9, 10, 4 ак.ч.	Методы циклизации серосодержащих гетероциклов. Методы циклизации N-замещенных пирролов. Методы циклизации фуранового ядра.	Знание современных методов синтеза ФАВ, умение выбрать необходимые инструменты для их синтеза
		Самостоятельная работа 6, 8 ак.ч.	Изучение современных гетероциклических соединений используемых в качестве ФАВ	Знание основные компоненты новых ФАВ и уметь их применять.

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
	Тема 8 Синтезы гетероциклических соединений с использованием твердых носителей продукции	Лекция 11, 12, 4 ак.ч.	Преимущества химии на твердых носителях. Использование твердофазных реакции в органическом синтезе.	Умение определять твердые носители для синтеза ФАВ
	Тема 9. Аминотиено[2,3-b]пиридины в синтезе конденсированных гетероциклов	Самостоятельная работа 7, 8 ак.ч.	Аннелирование пятичленных циклов. Аннелирование шестичленного гетероцикла. Биологическое действие полициклических систем, построенных на основе 3-аминотиено[2,3-b]пиридинов	Умение определять и подбирать необходимые компаненты ФАВ

Раздел 3. *Формы аттестации и оценочные материалы*

Входное тестирование

Форма проведения	Дистанционно
Виды оценочных материалов	Тест из 10 заданий в электронной форме (Приложение 1)
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. 8-10 баллов – высокий уровень, 5-7 баллов – средний уровень, менее 5 – низкий уровень.
Оценка	Не предусмотрено (тестирование проводится с целью определения уровня владения материалом)

Выходное тестирование

Форма проведения	Дистанционно
Виды оценочных материалов	Тест из 10 заданий в электронной форме (Приложение 2)
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 6 и более баллов
Оценка	Зачтено/не зачтено

Итоговая аттестация

Форма итоговой аттестации	Зачет по итогам выходного тестирования
Требования к итоговой аттестации	Выполнение итогового теста в соответствии с требованиями
Критерии оценивания	Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании итогового тестирования (более 6 баллов)
Оценка	Зачтено/не зачтено

Раздел 4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	*2*	*3*
Аудитория 231, 234,219 (6 корпус)	лекции	мультимедийное оборудование (компьютер, подключение к сети Интернет, программы zoom, Вебинар)

5. Учебно-методическое обеспечение программы

Основная литература:

1. Реутов О.А. Органическая химия: в 4 ч.: Учебник для вузов / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 5-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
2. Ушакова И.П. Защитные группы в тонком органическом синтезе: учебное пособие / И.П. Ушакова, Н.А. Брагина Защитные группы в тонком органическом синтезе, 2004 – 30 с.
3. Юровская М.А. Химия ароматических гетероциклических соединений: Учеб ное пособие / М.А. Юровская. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 208 с.
4. Электрохимия органических соединений / под ред. А.П. Томилова, Л.Г. Феоктистова. – М.: Мир, 1976. – 731 с.
5. Органическая электрохимия: в 2 ч. / под ред. В.А. Петросяна, Л.Г.Феоктистова – М.: Химия, 1988.

Дополнительная литература:

1. Белопухов С.Л., Дмитревская И.И., Антошин В.А. и др. Методы анализа серы при контроле качества продукции растениеводства. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015.- 189 с.
2. Методы анализа пищевых продуктов. Определение компонентов и пищевых добавок / С. Этлеш. – СПб: ПРОФЕССИЯ. 2016. – 560 с.
3. Томилов, А.П. Развитие отечественной электрохимии органических соединений (1940–2002 гг.) / Томилов, А.П. // Рос. хим.ж., 2005, Т.XLIX, №5. С. 4–16.

Интернет-ресурсы:

1. https://xumuk.ru/

2. .http://www.chem.msu.su/rus
3. Anchem.ru
4. Chemistry.narod.ru
5. Chemistry-chemists.com. Химическая библиотека на ftp
6. Библиотека AvaxHome
7. ChemPort.Ru

6. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется на основе результатов итоговой аттестации (тестирование на выходе). Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку от «6» до «10» баллов.

7. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы

В программе используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (sdo.timacad.ru), которые позволяют слушателям самостоятельно осваивать содержание программы или отдельных ее разделов, используются МООК, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

8. Составители программы

Белопухов С.Л., д. с.-х. н., к.х.н., профессор (раздел 3, темы 7-8)

Браташ Г.С., к.х.н., доцент (раздел 2)

Жевнеров А.В., к.х.н., доцент (раздел 1, тема 3, раздел 3, тема 9)

Сушкова Л.О, к.б.н. (раздел 1, темы 1,2)

Утверждено на заседании кафедры химии
Протокол №12 от «7» апреля 2023г.
Зав. кафедрой _____/Дмитревская И.И./

Приложение 1

Входное тестирование

1. Из натриевой соли какой карбоновой кислоты при сплавлении с NaOH можно получить 2-метилпропан?

Ответ: 1) $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)ONa$ 2) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)ONa$

3) $CH_3-CH(CH_3)-C(=O)ONa$ 4) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-C(=O)ONa$

2. Из какого изомерного гексана при бромировании на свету могут получиться только два изомерных монобромзамещенных?

Ответ: 1) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ 2) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

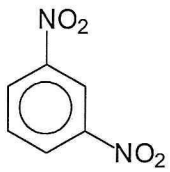
3) $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$ 4) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$

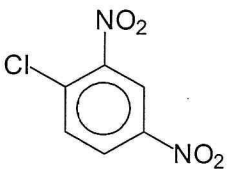
3. Какие атомы водорода легче всего замещаются на хлор при хлорировании на свету соединения:

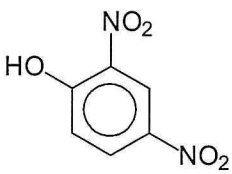
$\overset{I}{CH_3}-\overset{III}{CH}(\overset{I}{CH_3})-\overset{II}{CH_2}-\overset{III}{CH}(\overset{I}{CH_3})-\overset{I}{CH_3}$

Ответ: 1) I; 2) II; 3) III.

4. Расположить соединения в ряд по убывающей скорости нитрования в одинаковых условиях:

а) 

; б) 

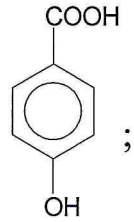
; в) 

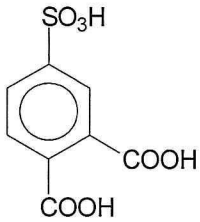
Ответ: 1) а>б>в; 2) а>в>б; 3) в>б>а;
4) б>а>в; 5) б>в>а; 6) в>а>б.

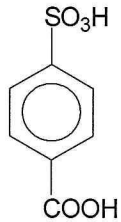
5. Какой ароматический углеводород образуется в преобладающем количестве при циклической тримеризации этилацетилена?

Ответ: 1) этилбензол; 2) смесь орто- и пара-диэтилбензолов;
3) 1,3,5-триэтилбензол; 4) 1,2,4-триэтилбензол;
5) 1,2,3-триэтилбензол.

6. Какое соединение образуется при окислении 4-гидрокси-бифенил-4'-сульфокислоты?

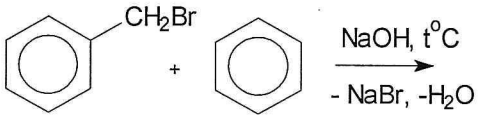
Ответ: 1) 

; 2) 

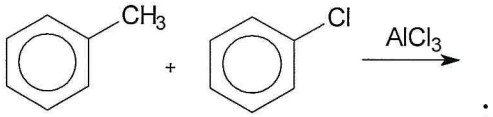
; 3) 

.

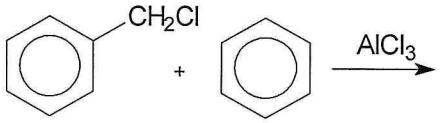
7. По какой реакции можно получить дифенилметан?

Ответ: 1) 

;

2) 

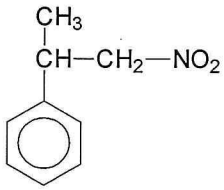
;

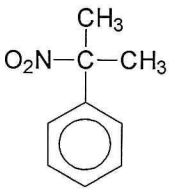
3) 

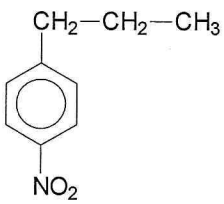
.

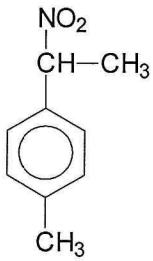
8. Каково строение исходного вещества с молекулярной формулой $C_9H_{17}O_2N$, которое при действии NaOH образует соль *аци*-формы, а при последовательном действии HNO_2 и затем NaOH дает ярко-красное окрашивание?

Ответ:

1. 

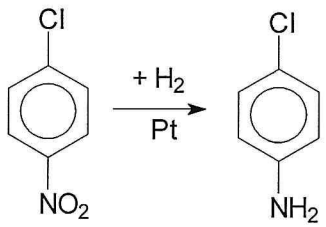
2. 

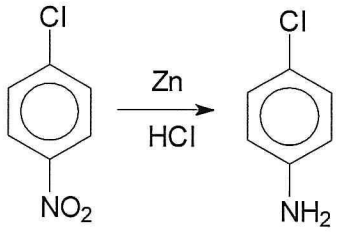
3. 

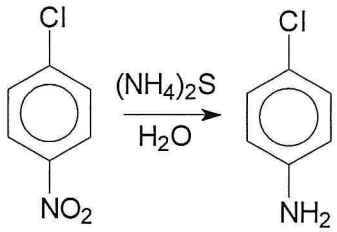
4. 

9. По какой реакции можно синтезировать из п-хлорнитробензола п-хлоранилин?

Ответ:

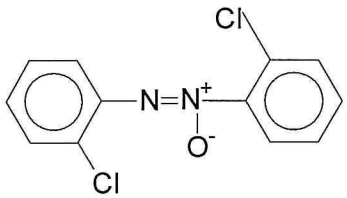
1) 

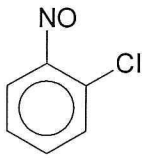
2) 

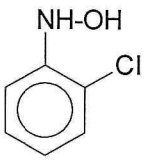
3) 

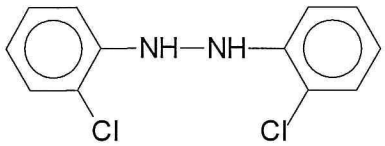
10.Какое соединение образуется в качестве конечного продукта при взаимодействии о-хлорнитробензола с цинком в щелочной среде?

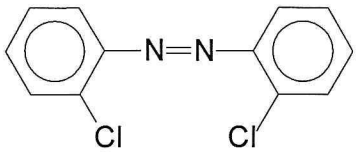
Ответ:

1) 

2) 

3) 

4) 

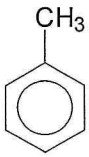
5) 

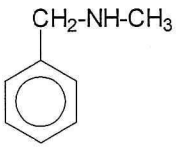
Приложение 2

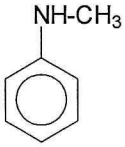
Выходное тестирование

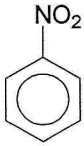
1. Какое из соединений, записанных ниже, может выступать в качестве азосоставляющей в реакции азосочетания с солями диазония?

Ответ:

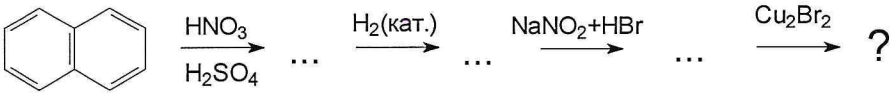
1) 

2) 

3) 

4) 

2. Какое соединение является конечным продуктом в следующей цепочке превращений:



Ответ:

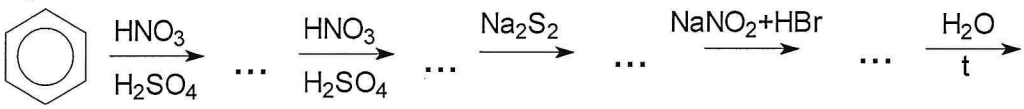
1) 2-нитро-3-бромнафталин; 2) β-бромнафталин; 3) α-нафтиламин;
4) 1-нитро-2-бромнафталин; 5) α-бромнафталин

3. Почему реакцию диазотирования не проводят при pH > 9?

Ответ:

1) При pH > 9 первичные амины неустойчивы
2) В таких условиях соли диазония подвергаются замещению диазогруппы;
3) В щелочных средах соли диазония хорошо растворимы;
4) В таких условиях не образуется электрофильная частица, а соли диазония переходят в диазогидраты и диазотаты;

4. Какое соединение является конечным продуктом в следующей цепочке превращений:



Ответ:

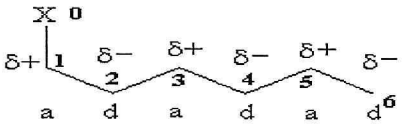
1) м-нитроанилин; 2) м-дигидроксибензол;
3) о-нитрофенол; 4) м-нитрофенол; 5) м-аминофенол

5.Предложите план синтеза структуры ТМ4 на основе ретросинтетического анализа

ТМ4

6.Предложите подходящие синтетические эквиваленты приведенным синтонам:

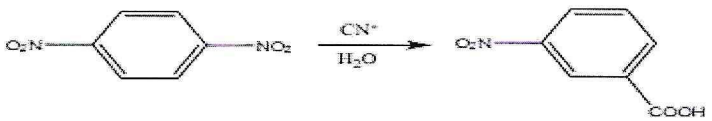
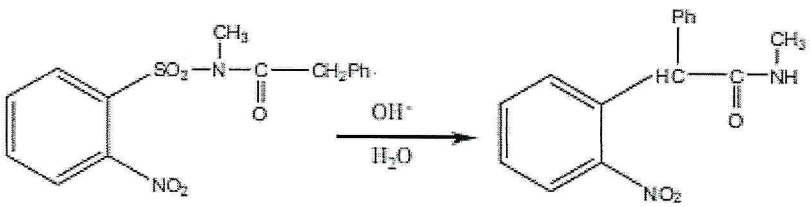
7.Проведите дисконнекцию углеродной цепи предложенного соединения с образованием логичных синтонов и синтонов с обращенной полярностью.



X = O, N

8. Приведите примеры пяти «мощных» (приводящих к существенному усложнению углеродного скелета) реакций синтеза.

9. Предложите механизм приведенного ниже превращения, имея ввиду, что при использовании в качестве растворителя $H2O^{18}$, карбоксильная группа продукта содержит приблизительно половину O^{18} .



10. Предложите механизм приведенного ниже превращения, имея ввиду, что данная реакция относится к реакциям нуклеофильного замещения: