

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л.Толстик



(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 4625 /уч.

СОВРЕМЕННАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 05 04 Фундаментальная химия

Минск
2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 05 01-2013 и учебного плана УВО №G 147/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Л. Юркова, профессор, доктор химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета
(протокол № 13 от 02.06.2017);

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 27.06.2017)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На рубеже XX-XXI веков аналитическая химия претерпевает кардинальные изменения. Наряду с появлением принципиально новых методов и объектов химического анализа, произошло смещение приоритетных областей от неорганических материалов к биологическим и медицинским объектам и приложениям. Важную часть современной аналитики стала составлять биоаналитика, которая охватывает всю совокупность методов для анализа биологических молекул и биологически активных веществ, а также методы, базирующиеся на применении биомолекул (антител, ферментов, ДНК) для анализа различных объектов.

На современном этапе биоанализ составляет основную часть в различных разделах биотехнологии, постоянно возрастает его значение в развитии инновационной клинической диагностики, системе мониторинга окружающей среды, контроле качества пищевых, сельскохозяйственных и косметических продуктов, наркотических и психотропных средств, криминалистике, в системе безопасности и фармацевтике.

В настоящее время в биоаналитике особую актуальность приобретают направления, связанные с созданием аналитических систем, основанных на современных достижениях нанотехнологии, молекулярной биологии и микроэлектроники. Миниатюризация аналитических систем и мультиплексирование стали основными технологическими платформами для решения биоаналитических задач. Это определяется необходимостью быстрого анализа большого числа чрезвычайно комплексных проб в очень низких объемах с ультранизкой концентрацией компонентов. Современный высокоселективный и ультрачувствительный анализ базируется на использовании биосенсоров, биочипов, микрофлюидных чипов и наносенсоров.

Современные достижения в области спектроскопии, микроскопии наряду с развитием микро/наноаналитических систем сделали возможным анализ единичных молекул, что представляет конечную цель в аналитической химии. Такой анализ открывает новые перспективы в фундаментальном понимании физики, химии и биологии материи.

Основной акцент в развитии анализа делается на разработке недеструктивных методов анализа материалов и биообъектов в режиме реального времени. Особое место в этой области занимает масс-спектрометрия с «мягкими» методами ионизации и ее тандемы с аналитическими чипами. Развитие такого метода как визуализирующая масс-спектрометрия открыло новую веху в анализе объектов, позволяя получить их уникальные химические карты.

Цели дисциплины специализации – дать знания о современных высокоселективных ультрачувствительных методах анализа, базирующихся на использовании микро- и наноаналитических систем, наноразмерных материалов; обеспечить формирование у студентов представлений о ключевых и перспективных направлениях в области современной аналитической химии с

учетом новейших достижений и актуальных задач нано- и биотехнологий, а также достижений в области аналитической инструментальной техники.

Задачи преподавания учебной дисциплины включают формирование у студентов знаний и умений о:

- основных биоаналитических методах, базирующихся на использовании биомолекул (ферментов, антител, ДНК);
- биосенсорах, и использовании в них наноразмерных материалов;
- матричных и суспензионных биочипах;
- микрофлюидных чипах - классе новых устройств с новыми функциональными, пользовательскими, аналитическими характеристиками;
- масс-спектрометрии с «мягкими» методами ионизации, включая tandemные методы с ВЭТСХ и аналитическими чипами, а также о визуализирующей масс-спектрометрии.

Дисциплина «Современная аналитическая химия» относится к **Циклу специальных дисциплин (Компонента учреждения высшего образования)**. Содержание дисциплины «Современная аналитическая химия» создает универсальную базу для углубленного изучения профессиональных специальных дисциплин, закладывает фундамент для обучения в магистратуре и аспирантуре. Она даёт представление о современных подходах и методах исследования объектов; новейших средствах диагностики и анализа, базирующихся на высокоселективных биохимических реакциях, достижениях в области микро- и нанотехнологий и приборной техники.

Для эффективного освоения дисциплины «Современная аналитическая химия» и компетентного использования полученных знаний на практике необходимо **знание следующих учебных дисциплин**: «аналитическая химия», «химия высокомолекулярных соединений», «физическая химия», «органическая химия».

В результате изучения дисциплины «Современная аналитическая химия» студент должен:

знать:

- основные теории, концепции и принципы в области современной аналитической химии;
- методологические подходы к решению аналитических задач, требующих определения ультранизких количеств вещества, вплоть до анализа единичных молекул;
- новейшие достижения в области современного анализа.

уметь:

- выбрать и обосновать оптимальный метод анализа комплексных проб в очень низких объемах с ультранизкой концентрацией искомых компонентов;

- разрабатывать неdestructивные методы анализа проб в режиме реального времени, необходимые для решения конкретных практических задач;
- ориентироваться в современных направлениях в аналитике и новейших методах, основанных на применении достижений микрочиповых и нанотехнологий;
- в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики делать переоценку накопленного опыта и приобретать новые знания.

В результате изучения учебной дисциплины «Современная аналитическая химия» студент должен закрепить и развить следующие академические (АК), социально-личностные (СЛ) и профессиональные (ПК) компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования первой степени:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-2. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии, современных ее направлений и физико-химических методов исследования.

ПК-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование.

ПК-12. Обобщать научно-техническую информацию, работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.

В соответствии с учебным планом учреждения высшего образования по специальности 1-31 05 04 Фундаментальная химия

общее количество часов – 114,

всего аудиторных часов – 52, из них лекции – 36, семинарские занятия –

16.

Форма получения высшего образования – очная.

Курс – пятый.

Семестр – 9.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Наноразмерные структуры в биоанализе. Биосенсоры.

1.1 Введение. Современные тенденции в развитии аналитической химии. Миниатюризация в биоанализе: от биосенсоров (БС) к микрочипам и наносенсорам. Наноразмерные компоненты в биоанализе. Анализ одиночных молекул.

1.2 Биосенсоры: определение, строение, область применения. Аналитические характеристики. Классификация БС.

1.3 Методы иммобилизации биораспознающих систем в БС. Физические методы. Химические методы. Аффинная иммобилизация. Метод самособирающихся монослоев. Иммобилизация на магнитных частицах. Основные требования, недостатки и преимущества каждого метода иммобилизации.

1.4 Типы трансдюсеров. Прямые и непрямые трансдюсеры. Применение БС с прямыми трансдюсерами для анализа в режиме реального времени. Электрохимические трансдюсеры. Амперометрические ферментные биосенсоры. Калориметрические трансдюсеры. Масс-чувствительные трансдюсеры: на основе пьезоматериалов; кантилеверные.

1.5 Оптические трансдюсеры: Оптоволоконные или волоконно-оптические; на основе эвансцентных волн; поверхностного плазмонного резонанса; фотонно-кристаллических структур; интерферометрии; эллипсометрии.

Тема 2. Матричные и суспензионные биочипы.

2.1 Биочипы (БЧ). Матричные (планарные) БЧ: понятие, принцип действия, детектирование, основные методы производства.

2.2 Разновидности чипов по молекулярному зонду. Химические чипы. ДНК-чипы. Белковые (иммунологические) чипы, форматы анализа.

2.3 Суспензионные или жидкие биочипы. Классические суспензионные БЧ на основе органических флуорофоров.

2.4. Применение наноразмерных структур в биочипах. Оптические свойства наночастиц благородных металлов, обусловленные эффектом локализованного плазмонного резонанса.

2.5 Суспензионные биочипы на основе наночастиц золота, их преимущества в сравнении с классическими, разновидности.

2.6 Флуоресцентные свойства полупроводниковых нанокристаллов и одностенных углеродных нанотрубок.

2.7 Суспензионные биочипы на основе квантовых точек.

Тема 3. Микрофлюидные чипы.

3.1 Микрофлюидные чипы (МФЧ): определение, основные методы изготовления. Использование наноразмерных компонентов в МФЧ. Основные

виды: плоские прямоугольные и радиальные; капельные с закрытыми каналами и с генерацией капель на поверхности (цифровые МФЧ).

3.2 Факторы, определяющие процессы в микрофлюидике (базовые теоретические принципы). Пассивное управление потоками. Ламинарность микрофлюидного потока, роль диффузии. Параметры, используемые для характеристики движения жидкости в МФЧ: числа Рейнольдса, Пекле, Вебера, капиллярное, Кнудсена. Эффект поверхности в МФЧ.

3.3 Основные стадии анализа в МФЧ. Ввод проб, способы. Перемешивание реагентов: пассивное и активное. Экстракция, фильтрация и концентрирование проб. Микрофлюидные системы для проведения химического анализа. Методы детектирование аналитов в МКФ-чипах.

3.4 Методы транспортировки проб, реагентов и разделение компонентов. Электрокинетические (электрофорез, электроосмотический поток, диэлектрофорез). Управление движением частиц с помощью световых полей: фотофорез, оптофорез, оптический пинцет. Управление движением частиц с помощью магнитных полей: магнитофорез. Капиллярные явления для перемещения жидкости и частиц в МФЧ.

3.5 Транспорт жидкости в капельной микрофлюидике. Электросмачивание на диэлектрике. Оптоэлектросмачивание на диэлектрике. Транспортировка частиц с помощью поверхностных ультразвуковых волн.

Тема 4. Масс-спектрометрия с «мягкими» методами ионизации и ее тандемы с ТСХ и аналитическими микрочипами. Визуализирующая масс-спектрометрия.

4.1 Масс-спектрометрия с лазерной десорбцией/ионизацией пробы при содействии матрицы (МАЛДИ МС). Основной принцип, метод ионизации. Масс-анализатор, используемые для анализа ионов, в МАЛДИ МС (времетраплетный). Использование МФЧ на стадии пробоподготовки в МАЛДИ МС.

4.2 Тандем МАЛДИ и ТСХ.

4.3 Визуализирующая МАЛДИ МС.

4.4. Тандем аналитических биочипов и МАЛДИ МС. Метод масс-спектрометрии с поверхностно-усиленной лазерной десорбцией/ионизацией пробы (ПУЛДИ МС).

4.5 Масс-спектрометрия с «мягкими» методами ионизации, используемая в анализе без применения вещества-матрицы. Поверхностно-активируемая лазерная десорбция/ионизация масс-спектрометрия (ПАЛДИ МС). Наноструктурно-инициаторная масс-спектрометрия.

4.6 Масс-спектрометрия с ионизацией электроспреем (или электрораспылением) (ИЭР МС). Метод ионизации электроспреем. Масс-анализаторы, используемые для анализа ионов, в ИЭР МС: квадрупольный, ионная ловушка. Использование микрофлюидных чипов на стадии пробоподготовки в масс-спектрометрии с электроспреем.

4.7 Масс-спектрометрия с ионизацией при атмосферном давлении. Масс-спектрометрия с десорбционно-электроспрейной ионизацией (ДЭСИ МС).

4.8 Тандемная или многомерная масс-спектрометрия.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер тем и подтем	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСР Количество часов	знаний Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	СОВРЕМЕННАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	36	-	16	-		-	
1	Введение. Наноразмерные структуры в биоанализе. Биосенсоры.	10		4				
1.1	Введение. Современные тенденции в развитии аналитической химии. Миниатюризация в биоанализе. Анализ одиночных молекул.	2						
1.2	Биосенсоры: определение, строение, область применения; аналитические характеристики; классификация.							Экспресс-опр
1.3	Методы иммобилизации биораспознающих систем в биосенсорах.	2						
1.4	Типы трансдьюсеров. Электрохимические. Калориметрические. Масс-чувствительные трансдьюсеры.	2						Экспресс-опр
1.5	Оптические трансдьюсеры	2						
	Современные тенденции в развитии аналитической химии. Биосенсоры; аналитические характеристики; классификация; методы иммобилизации биораспознающих систем.			2				
	Типы трансдьюсеров.			2				Контрольный о
2	Матричные и суспензионные биочипы	8		4				

2.1	Матричные биочипы (БЧ). Химические чипы. ДНК-чипы. Белковые (иммунологические) чипы.	2					
2.2	Классические суспензионные БЧ на основе органических флуорофоров.	2					
1	2	3	4	5	6	7	8
2.3	Применение наноразмерных структур в биочипах. Оптические свойства наночастиц благородных металлов. Суспензионные биочипы на основе наночастиц золота, их преимущества в сравнении с классическими, разновидности.	2					Экспресс-опр
2.4	Флуоресцентные свойства полупроводниковых нанокристаллов и одностенных углеродных нанотрубок. Суспензионные биочипы на основе квантовых точек.	2					
	ДНК-чипы. Белковые (иммунологические) чипы, форматы анализа. Классические суспензионные БЧ на основе органических флуорофоров.			2			фронтальный о
	Суспензионные биочипы на основе наночастиц золота и квантовых точек			2			Письменный опрос
3	Микрофлюидные чипы (МФЧ)	8	-	4	-		
3.1	Микрофлюидные чипы: определение, методы изготовления, основные виды. Факторы, определяющие процессы в микрофлюидике.	2					
3.2	Основные стадии анализа в МФЧ. Ввод проб. Перемешивание реагентов. Экстракция, фильтрация и концентрирование проб. Методы детектирование аналитов в МКФ-чипах.	2					Экспресс-опр
3.3	Методы транспортировки проб. Электрокинетические. Управление движением частиц с помощью световых полей и магнитных полей.	2					
3.4	Капиллярные явления для перемещения жидкости и частиц в МФЧ. Транспорт жидкости в капельной микрофлюидике.	2					Экспресс-опр

	Факторы, определяющие процессы в микрофлюидике. Ввод проб. Перемешивание реагентов. Экстракция, фильтрация и концентрирование проб. Методы детектирование аналитов в МКФ-чипах.			2			Письменный опрос	
	Методы транспортировки проб, реагентов и разделение компонентов в классических и капельных МФЧ			2			Контрольный о	
1	2	3	4	5	6	7	8	
4	Масс-спектрометрия с «мягкими» методами ионизации и ее тандемы с ТСХ и аналитическими микрочипами. Визуализирующая масс-спектрометрия	10		4				
4.1	Масс-спектрометрия с лазерной десорбцией/ионизацией пробы при содействии матрицы (МАЛДИ МС).	2						
4.2	Тандем МАЛДИ и ТСХ. Визуализирующая МАЛДИ МС.	2						
4.3	Метод масс-спектрометрии с поверхностно-усиленной лазерной десорбцией/ионизацией пробы (ПУЛДИ МС) Поверхностно-активируемая лазерная десорбция/ионизация масс-спектрометрия (ПАЛДИ МС). Наноструктурно-инициаторная масс-спектрометрия.	2					Экспресс-опр	
4.4	Масс-спектрометрия с ионизацией электроспреем (ИЭР МС).	2						
4.5	Масс-спектрометрия с десорбционно-электроспрейной ионизацией (ДЭСИ МС). Тандемная или многомерная масс-спектрометрия.	2					Экспресс-опр	
	МАЛДИ МС. Тандем МАЛДИ и ТСХ. Визуализирующая МАЛДИ МС.			2			Устный опро	
	ИЭР МС. ДЭСИ МС. Тандемная или многомерная масс-спектрометрия.			2			Контрольный о	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной и дополнительной литературы

Основная:

- 1 Аналитическая химия : в 3 т. / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Изд. центр «Академия», 2008 - 210. – Т.1 – 299 с., Т.2 – 574 с., Т.3 – 364 с.
- 2 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : в 2 т. / под ред. А.А. Ищенко. – М. : Изд. центр «Академия», 2012 - 2014. – Т.1 – 352 с., Т.2 – 416 с.
- 3 Биосенсоры: основы и приложения / Под ред. Э.Тернер, И.Карубе, Дж.Уилсон. М.: Мир, 1992 – 614 с.
- 4 Боченков В.Е., Сергеев Г.Б. Наноматериалы для сенсоров. *Успехи химии*. 2007. Т. 76, № 11. С. 1084-1093.
- 5 Имобилизованные ферменты / И.В. Березин [и др.]. – М. : Высшая школа, 1987. – 167 с.
- 6 Микрофлюидные системы для химического анализа / под ред. Ю.А. Золотова, В.Е. Курочкина М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 528 с.
- 7 Мирзабеков А.Д., Прокопенко Д.М., Четкин В.Р. Применение матричных биочипов с иммобилизированной ДНК в биологии и в медицине // Информационные медико-биологические технологии /Под ред. В.А. Князева, К.В.Судакова. М.: ГОЭТАР-МЕД, 2000. С. 166–198.
- 8 Михайлов, А.Т. Методы иммунохимического анализа в биологии развития (практическое руководство) / А.Т. Михайлов, В.Н. Мирский. – М. : Наука, 1991. – 288 с.
- 9 Новые методы иммуноанализа : перевод с англ. / М. Тертон [и др.], под ред. А.М. Егорова. – М.: Мир, 1991. – 279 с.
- 10 Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. – М. : Техносфера, 2005. – 256 с.
- 11 Основы аналитической химии: в 2 т. / под ред. Ю.А. Золотова. – М. : Изд. центр «Академия», 2012. – Т.1. – 384, Т.2. – 407 с.
- 12 Практикум по биохимии : учеб. пособие / под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Из-во МГУ, 1989. – 509 с.
- 13 Теория и практика иммуноферментного анализа / [Егоров А.М. и др.] - М.: Высшая школа, 1991. – 228 с.
- 14 Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М.: Техносфера, 2005. - 335 с.

Дополнительная:

- 1 Арчаков А.И. Биоинформатика, геномика и протеомика — наука о жизни XXI столетия. // *Вопр. мед. химии*. 2000. Т. 46, №1. С. 3–7.
- 2 Беленький Б.Г., Комяк Н.И., Курочкин В.Е., Евстапов А.А., Суханов В.Л. Микрофлюидные аналитические системы (Часть 1). *Научное приборостроение*. 2000. Т. 10, № 2. С. 57-64.
- 3 Беленький Б.Г., Комяк Н.И., Курочкин В.Е., Евстапов А.А., Суханов В.Л. Микрофлюидные аналитические системы (Часть 2). *Научное приборостроение*. 2000. Т. 10, № 3. С. 3-16.
- 4 Власов Ю.Г., Легин А.В., Рудницкая А.М. Мультисенсорные системы типа электронный язык — новые возможности создания и применения химических сенсоров. *Успехи химии*. 2006. Т. 75, № 2. С. 141-150.

- 5 Белок: стратегия функционирования. В.М. Мажуль [и др.] //Биофизика живых систем: от молекулы к организму / под общ. ред. И.Д. Вологовского. Минск, 2003. С. 27 – 40.
- 6 Гендриксон О.Д., Жердев А.В., Дзантиев Б.Б. Молекулярно импринтированные полимеры и их применение в биохимическом анализе. // Успехи биологической химии. 2006. Т. 46. С. 149-192.
- 7 Говорун В.М., Арчаков А.И. Протеомные технологии в современной медицинской науке. // Биохимия. 2002. Т. 67, вып. 10. С. 1341 – 1359.
- 8 Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит. 2005. 416 с.
- 9 Евстрапов А.А. Физические методы управления движением и разделением микрочастиц в жидких средах. Часть 1. Диэлектрофорез, фотофорез, оптофорез, оптический пинцет //Научное приборостроение. 2005. Т. 15, №1. с. 8-21.
- 10 Ермолаева Т.Н., Калмыкова Е.Н. Пьезокварцевые иммуносенсоры. Аналитические возможности и перспективы. *Успехи химии*. 2006. Т. 75, N 5.
- 11 Заседателев А.С. Нанобиотехнологии с макро- и микропериферией: биологические микрочипы // Экология - XXI век. - 2005. - N 3(27). - С.91-93.
- 12 Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000.- 469 с.
- 13 Лебедев А. Т., Заикин В. Г. Масс-спектрометрия органических соединений в начале XXI века. // Журнал аналитической химии. 2008. Т. 63, N 12. С. 1236-1264.
- 14 Лисичкин Г.В., Крутяков Ю.А. Материалы с молекулярными отпечатками: синтез, свойства, применение. // Успехи химии. 2006. Т.75, № 10. С. 998-1017.
- 15 Мажуль, В.М. Развитие исследований в области протеомики в Республике Беларусь: фундаментальные и прикладные аспекты. // Наука и инновации. 2005. Т. 29, № 7. С. 42 – 51.
- 16 Нартова Ю.В., Еремин С.А., Ермолаева Т.Н. Массочувствительные иммуносенсоры для определения хлорацетанилидных гербицидов. *Журнал аналитической химии*. 2008. Т. 63, N 12. С. 1302-1310.
- 17 Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера. 2006. 336 с.
- 18 Стародуб Н.Ф. Неэлектродные биосенсоры - новое направление в биохимической диагностике. Биополимеры и клетка. 1989, Т.5, №1, 5-15.
- 19 Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л., Супрамолекулярная химия. Т. 1, 2. - Москва: Академкнига, 2007.

Адреса веб-сайтов:

- 1 Журнал «Биотехнология»: www.genetika.ru/journal/
- 2 Журнал «Вестник биотехнологии»: www.biorosinfo.ru
- 3 Analytical and Bioanalytical Chemistry:
<http://www.springer.com/chemistry/analytical+chemistry/journal/216>
- 4 Bioanalysis: <http://www.future-science.com/loi/bio>
- 5 Journal of Bioanalysis and Biomedicine:
<http://www.omicsonline.org/jbabmhome.php>
- 6 <http://biomolecula.ru>
- 7 <http://nano.msu.ru/>
- 8 <http://biochip.ru/>
- 9 www.rsc.org/loc | Lab on a Chip
- 10 Biosensors and Bioelectronics <https://www.journals.elsevier.com/biosensors-and-bioelectronics>
- 11 Trends in Analytical Chemistry <https://www.journals.elsevier.com/trends-in-analytical-chemistry>

- 12 Lab on a Chip <http://www.rsc.org/journals-books-databases/about-journals/lab-on-a-chip/>

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

В перечень средств диагностики результатов учебной деятельности по учебной дисциплине входят:

- задания к семинарским занятиям;
- устный опрос и экспресс-опрос по разделам программы
- контрольный опрос по разделам программы
- доклады на семинарских занятиях по темам программы
- экзамен.

**ПРОТОКОЛ
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ НА 2017 / 2018 УЧЕБНЫЙ ГОД**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Аналитическая химия	Кафедра аналитической химии	нет	Изменения не требуются протокол №13 от 02.06.2017 г.
Химия высокомолекулярных соединений	Кафедра высокомолекулярных соединений	нет	Изменения не требуются протокол №13 от 02.06.2017 г.
Физическая химия	Кафедра физической химии	нет	Изменения не требуются протокол №13 от 02.06.2017 г.
Органическая химия	Кафедра органической химии	нет	Изменения не требуются протокол №13 от 02.06.2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА 20___ / 20___ УЧЕБНЫЙ ГОД

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
аналитической химии (протокол № ____ от _____ 20__ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

доктор химических наук, профессор
(степень, звание)

(подпись)

Е.М. Рахманько
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

доктор химических наук, профессор
(степень, звание)

(подпись)

Д.В. Свиридов
(И.О.Фамилия)