

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Толстик А.Л.
(подпись) (И.О.Фамилия)

_____ (дата утверждения)
Регистрационный № УД- _____ уг

БИОАНАЛИТИКА

(название дисциплины)

Учебная программа для специальности **1-31 05 01 Химия (по направлениям)** **1-31 05 01-03 Химия (фармацевтическая деятельность)**

Факультет химический
(название факультета)

Кафедра аналитической химии
(название кафедры)

Курс (курсы) четвертый

Семестр (семестры) 8

Лекции 36
(количество часов)

Практические (семинарские)
занятия 14
(количество часов)

Лабораторные
занятия -
(количество часов)

КСР 6
(количество часов)

Всего аудиторных часов по дисциплине
56
(количество часов)

Всего часов
по дисциплине 56
(количество часов)

Составил(а) И.Л. Юркова, доктор химических наук, доцент
(И.О.Фамилия, степень, звание)

Экзамен _____
(семестр)

Зачет 8
(семестр)

Курсовой проект (работа) _____
(семестр)

Форма получения высшего
образования очная

Минск, 2014 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы «Биоаналитика»,
Регистрационный номер _____, утверждена _____

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры
аналитической химии
(название кафедры)

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

(подпись) Е.М. Рахманько
(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению Учебно-методической комиссией
химического факультета

(дата, номер протокола)

Председатель

(подпись) Е.И. Василевская
(И.О.Фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рубеж XX-XXI веков отмечен мощным развитием биохимии, фармацевтики, молекулярной медицины, иммунологии, генетики, биотехнологии. Достижения в данных областях науки и дальнейший прогресс связаны с развитием и совершенствованием биоаналитических методов анализа. Биоаналитика является междисциплинарной областью знаний на стыке аналитической химии, биохимии, молекулярной биологии, микробиологии и материаловедения, по сути это новая инновационная отрасль науки, которая стремительно развивается. Биоанализ составляет огромную часть в различных разделах биотехнологии, постоянно возрастает ее значение в развитии инновационной диагностики, системе мониторинга окружающей среды. Потребности практики определяют необходимость в подготовке высококвалифицированных специалистов в области биоаналитической химии.

Цель данного курса - дать знания о современных методах анализа биологических молекул и с использованием биологических объектов, обеспечить формирование у студентов представлений о перспективных направлениях в области биоаналитической химии с учетом новейших достижений и актуальных задач биотехнологии, а также достижений в области аналитической инструментальной техники. Важным аспектом курса является углубление аналитического понимания использования комбинации различных методов, а также принципы, применимость и продуктивность отдельных биоаналитических методов.

В *задачи курса* входит формирование у студентов знаний и умений о:

- преаналитических этапах в биоанализе;
- основных биоаналитических методах, базирующихся на использовании ферментов, ДНК, антиген-антител;
- современных технологических платформах для исследования в области генома, протеома и липидома;
- гибридных методах анализа и мульти-дизименсиональной технике.

Адресат курса: студенты старших курсов, обучающиеся по специальности «Химия», специализирующиеся в области аналитической химии. *Требования к начальной подготовке,* необходимые для успешного усвоения курса: базовые знания по аналитической химии, биохимии, физической и коллоидной химии, химии полимеров, молекулярной биологии.

В результате спецкурса специалист-химик должен: знать и использовать основные теории, концепции и принципы в области современной биоаналитической химии и быть способным выбрать и обосновать оптимальный способ решения конкретной биоаналитической задачи; *уметь ориентироваться* в современных направлениях и новейших методах в биоаналитике; *быть способным* в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта и *уметь* приобретать новые знания, необходимые для решения конкретных практических задач в биоанализе.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

направление специальности «Химия (фармацевтическая деятельность)»

№ п/ п	Название разделов, тем	Количество часов				
		аудиторные				Самост. работа
		<i>лекции</i>	<i>Практич., семинар.</i>	<i>Лаб. занят.</i>	<i>КСР</i>	
1	Преаналитика	8	2		2	14
2	Секвенирование белков, нуклеиновых кислот и углеводов	2				8
3	Гель-электрофорез, капиллярный электрофорез. Капиллярная электрохроматография.	10	4		2	14
4	Ферментативный анализ	8	4		2	14
5	Иммунный анализ	8	4			14
	Итого	36	14		6	64

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы,	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	БИОАНАЛИТИКА	36	14	-	6			
1	Преаналитика	8	2	-	2	Компьютерн. презентация № 1, раздаточный материал		
1.1	Предмет, объект и методы биоаналитической химии. Современные тенденции в развитии биоанализа. Постановка задачи в биоанализе. Преаналитика, цель и значение в биоанализе, этапы. Предобработка биоматериала, замораживание, использование криопротекторов.	2		-			[1-3] [36,53]	
1.2	Методы разрушения биоматериала. Гомогенизация. Механические и немеханические методы гомогенизации. Методы обезвоживания и сушки.	2					[1-3] [36,53]	
1.3	Методы фракционирования, разделения, очистки и концентрирования компонентов из многокомпонентных систем. Центрифугирование и техники центрифугирования.	2		-			[1,2,4,8]	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.4	Способы разделения и концентрирования с использованием мембран. Способы разделения и концентрирования с использованием препаративной хроматографии. Методы экстракции.	2					[1,2,4,8]	
1.5	Механические и немаханические методы гомогенизации. Методы разделения и концентрирования биоконпонентов.		2					Устный опрос
1.6	Методы разрушения биологического материала. Методы экстракции клеточных компонентов из многокомпонентных биологических проб. Методы осадительного разделения компонентов биологических проб. Способы разделения и концентрирования с использованием мембран.			-	2			
2	Секвенирование белков, нуклеиновых кислот и углеводов.	2				Компьютерн. презентация № 2.		
2.1	Секвенирование макромолекул. Метод полимеразной цепной реакции. Методы определения общего количества белков, НК, углеводов, липидов в пробах.	2					[7, 11]	
3	Гель-электрофорез, капиллярный электрофорез. Капиллярная электрохроматография.	10	4	-	2	Компьютерн. презентация № 3. Раздаточный материал		
3.1	Электрофорез (ЭФ) в стабилизированных средах. Гель-ЭФ. Теоретические основы ЭФ,. Классификация электрофоретических методов. Пробоподготовка. Условия эксперимента, влияющие на электрофоретическое разделение.	2					[3,7,9]	
3.2	Визуализация разделенных зон и количественное определение веществ. Техники ЭФ. Зонный ЭФ, использование градиентных гелей в ЗЭФ. Графики Фергюсона.	2					[3,6,7]	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3	Электрофорез белков и нуклеиновых кислот в денатурирующих условиях. Изоэлектрофорез. Дискретный ЭФ (диск-электрофорез). Изоэлектрическое фокусирование. Электрофоретические кривые титрования. Двумерный электрофорез белков и нуклеиновых кислот. Дифференциальный двумерный ЭФ (кратко). Краткое понятие об импульсном гель-ЭФ.	2					[3,7,9]	
3.4	Капиллярный электрофорез (КЭФ). Электроосмотический поток (ЭОП). Методы ввода проб в КЭФ. Методы детектирования в КЭФ, прямое и непрямое детектирование. Эффективность. Разрешение. Селективность. Чувствительность в КЭФ. Методы концентрирования пробы: стэкинг, свипинг. Основные варианты КЭФ.	2					[3,7,9]	
3.5	Мицеллярная электрокинетическая капиллярная хроматография (МЭКХ). Принцип разделения в МЭКХ. Электрофоретическая мобильность нейтральных компонентов. Хиральная МЭКХ. Капиллярная электрохроматография (КЭХ). Принцип разделения компонентов в КЭХ. Факторы, определяющие ЭОП в КЭХ. Типы колонок в КЭХ.	2					[3,7,9]	
3.6	Модификации гель-электрофореза. Двухмерный ЭФ. Физико-химические основы капиллярного электрофореза. Обработка результатов в капиллярном электрофорезе. Качественный и количественный анализ.		2					Устный опрос
3.7	Основные варианты КЭФ. Мицеллярная электрокинетическая капиллярная хроматография. Капиллярная электрохроматография.		2					Устный опрос
3.8	Гель-электрофорез. Двумерный гель-электрофорез. Электроосмотический поток. Основные варианты капиллярного электрофореза. Условия эксперимента, влияющие на электрофоретическое разделение.				2			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Ферментативные методы анализа	8	4	-	2	Компьютерн. презентация № 4. Раздаточный материал		
4.1	Ферментативный анализ (ФА). Преимущества ферментов как аналитических реагентов. Специфичность ферментов. Элементы механизма действия ферментов и кинетики ферментативных реакций, необходимые для конструирования энзимологических аналитических систем.	2					[2,3,15,16,17]	
4.2	Фермент-субстратные комплексы. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Константа Михаэлиса. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций. Ферментативные эффекторы. Ингибирование ферментативных реакций. Типы обратимого ингибирования.	2					[3,15,17,18]	
4.3	Каталитическая активность фермента. Единицы и расчет ферментативной активности. Каталитическая константа. Каталитическая эффективность. Методы определения субстратов и ферментов. Метод начальных скоростей. Метод конечной точки. Сопряженные полиферментные системы в анализе. Циклические ферментативные процессы.	2					[2,3,15,16,17]	
4.4	Способы измерения аналитического сигнала в ферментативных методах (инструментальные методы). Имобилизованные ферменты. Методы иммобилизации. Влияние иммобилизации на свойства ферментов.	2					[2,3,15,16,17]	
4.5	Ферменты в качестве аналитических реагентов. Методы определения кинетических параметров уравнения Михаэлиса-Ментон. Аналитическое использование эффекта ингибирования. Метод начальных скоростей и конечной точки. Циклические ферментативные процессы.		2					Устный опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.6	Каталитическая активность фермента. Единицы и расчет ферментативной активности. Каталитическая константа. Каталитическая эффективность. Сопряженные полиферментные системы в анализе. Методы определения субстратов и ферментов. Свойства иммобилизованных ферментов.		2					Устный опрос
4.7	Преимущества ферментов как аналитических реагентов. Уравнение Михаэлиса-Ментен, методы определения его кинетических параметров. Аналитическое использование эффекта ингибирования. Методы определения субстратов и ферментов. Способы измерения аналитического сигнала в ферментативных методах. Методы иммобилизации ферментов.				2			
5	Иммунный анализ	8	4	-	-	Раздаточный материал. Компьютерн. презентация № 5.		
5.1	Иммунохимические методы анализа. Понятия об антигене и антителе. Аффинность и авидность антител. Моно- и поликлональные антитела. Виды антигенов. Специфичность взаимодействия антител с антигенами. Иммунопреципитация. Реакция агглютинации. Иммунодиффузия. Иммуноэлектрофорез, его варианты. Иммунотурбидиметрия и иммунонефелометрия.	2					[2,3,9,19] [44,45]	
5.2	Иммунохимические методы с использованием меченных антител или антигенов, этапы иммунохимической реакции. Преимущества гомогенного иммунологического анализа (ИА). Гетерогенный иммуноанализ, способы отделения иммунокомплекса. Твердофазный гетерогенный ИА. Пути иммобилизации антитела или антигена.	2					[12,13,18, 20]	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.3	Оценка метода иммунологического анализа. Контроль неспецифического связывания в ИА. Перекрестные реакции, способы их минимизации. Повышение чувствительности иммунологического метода. Методы по принципу определения антигена, антитела с помощью меченных реагентов: неконкурентные, двусторонний (сандвич-метод), конкурентные. Флуоресцентный иммуноанализ (ФИА). ФИА с переносом энергии. ФИА с временным разрешением.	2					[2,3,9,19] [44,45]	
5.4	Поляризационный ФИА. Иммуноферментный анализ (ИФА). Способы повышения чувствительности ИФА. Гомогенный мультиканальный вариант ИФА (ЕМIT). Метод иммуноферментных пятен (ELISPOT).	2					[2,3,9,19] [44,45]	
5.3	Специфичность взаимодействия антител с антигенами. Иммунопреципитация. Современные форматы проведения иммуноанализа. Гетерогенный и гомогенный иммуноанализ. Иммуноферментный анализ. Классификация иммуноферментного анализа. Метод иммуноферментных пятен.		2					Устный опрос
5.4	Оценка метода иммунологического анализа. Контроль неспецифического связывания в ИА. Перекрестные реакции, способы их минимизации. Повышение чувствительности иммунологического метода. Флуоресцентный иммуноанализ		2					Устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Контрольные работы по темам

Тема 1. Методы разрушения биологического материала. Методы экстракции клеточных компонентов из многокомпонентных биологических проб. Методы осадительного разделения компонентов биологических проб. Способы разделения и концентрирования с использованием мембран. Способы разделения и концентрирования с использованием препаративной хроматографии.

Тема 2. Способы секвенирование макромолекул. Метод полимеразной цепной реакции.

Тема 3. Гель-электрофорез, его разновидности. Условия эксперимента, влияющие на электрофоретическое разделение. Двумерный гель-электрофорез. Капиллярный электрофорез. Факторы, влияющие на эффективность капиллярного электрофореза. Основные варианты капиллярного электрофореза.

Тема 4. Преимущества ферментов как аналитических реагентов. Уравнение Михаэлиса-Ментен, методы определения его кинетических параметров. Аналитическое использование эффекта ингибирования. Методы определения субстратов и ферментов. Способы измерения аналитического сигнала в ферментативных методах. Методы иммобилизации ферментов.

Тема 5. Сущность иммунного анализа. Иммунофлуоресценция. Иммунопреципитация. Реакция агглютинации. Иммунодиффузия, ее варианты. Иммуноэлектрофорез, его варианты. Иммунотурбидиметрия и иммунонефелометрия. Классификация иммуноферментного анализа. Гетерогенный твердофазный иммунный анализ. Метод иммуноферментных пятен. Иммунохимические методы с использованием меченных антител или антигенов, этапы иммунохимической реакции. Преимущества гомогенного иммунологического анализа.

Темы реферативных работ

1. Фракционирование в потоке во внешнем поле (*Field-flow fractionation*): применение для разделения и идентификации биополимеров и биочастиц.
2. Количественный биоанализ с помощью гибридного метода: жидкостная хроматография - масс-спектрометрия - масс-спектрометрия.
3. Применение ДНК/РНК-аптамеров в фармацевтическом и экологическом анализе.
4. Метод десорбционной электрораспылительной ионизации (*DESI*) и метод прямого анализа в реальном времени (*DART*): их биоаналитическое применение.

5. Материалы с молекулярными отпечатками (*молекулярно импринтированные полимеры*): применение в биохимическом анализе.
6. Мультисенсорные системы типа «электронный язык», «электронный нос» в анализе биомолекул.
7. Иммунный анализ: современные тенденции и перспективы.
8. Современные методы анализа ДНК.
9. Секвенирование ДНК.
10. Пиросеквенирование ДНК.
11. Полимеразная цепная реакция как основа для разработки методов диагностики заболеваний.
12. Проведение полимеразной цепной реакции в реальном времени.
13. Методы определения общего содержания белка в биопробах.
14. Методы определения общего содержания нуклеиновых кислот в биопробах.
15. Секвенирование белков.
16. Секвенирование углеводов.
17. Идентификация белков методом двумерного гель-электрофореза.
18. Использование в протеомике методов масс-спектрометрии.
19. Протеомные технологии в медицине и фармакологии.
20. Развитие исследований в области протеомики в Республике Беларусь: фундаментальные и прикладные аспекты.
21. Безреагентные сенсоры для биомедицинских целей.
22. Нативные и иммобилизованные ферменты в анализе биологических объектов.
23. Метод импульсного гель-электрофореза в исследовании биологических макромолекул.
24. Биологические методы анализа.
25. Авидин-биотиновая реакция в иммуноанализе.
26. Флуоресцентный анализ: иммуноанализ, гибридные ДНК, биосенсоры.
27. Флуоресцентный иммуноанализ.
28. Хемилюминисцентный иммуноанализ.
29. Способы определения общего белка, нуклеиновых кислот, полисахаридов в биопробах.
30. Мультидименсиональная жидкостная хроматография в анализе протеинов.
31. Сверхкритическая флюидная хроматография в биоанализе.
32. Интеллектуальные сенсорные системы для биохимического анализа.
33. Электрохимические биосенсоры на основе печатных электродов.
34. Пьезокварцевые иммуносенсоры.
35. Электрохимические биосенсоры на основе пероксидазы хрена.
36. Флуоресцентные зонды в анализе биомолекул.
37. Флуоресцентные липидные зонды: свойства и применение.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Основы аналитической химии (под ред. Ю.А. Золотова). В 2-х кн.- М.: Академия, 2010. - 384, 403 с.
2. Отто М. Современные методы аналитической химии : в 2 т .– М. : Техносфера, 2003. – Т. 1. – 412 с., Т. 2. – 281 с.
3. Проблемы аналитической химии. Т.12. Биохимические методы анализа. М.: Наука, 2010. - 319 с.
4. Аналитическая химия (в 3-х томах) / Под ред. Л.Н.Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.- 308, 304 с.
5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (в 2-х томах) / Под ред. А.А. Ищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
6. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. - 472с.
7. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. М.: МЦНМО, 2002.- 248с.
8. Остерман Л. А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование М.: Наука, 1981. - 288 с.
9. Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами. М.: Наука, 1983.
10. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М.: Техносфера, 2005. 335 с.
11. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. М.: Техносфера, 2005. - 256 с.
12. Теория и практика иммуноферментного анализа /[Егоров А.М. и др.]/ М.: Высшая школа, 1991. – 228 с.
13. Иммуобилизованные ферменты. Березин И. В. и др. М.: Высшая школа. 1987. - 167 с.
14. Биосенсоры: основы и приложения / Под ред. Э.Тернер, И.Карубе, Дж.Уилсон. М.: Мир, 1992 – 614 с.
15. Варфоломеев С. Д., Гуревич К. Г. Биокинетика. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. – 720 с.
16. Кулис Ю.Ю. Аналитические системы на основе иммобилизованных ферментов.- Вильнюс: Мокслас, 1981. - 200 с.
17. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология.- М.: Академия, 2005.- 472 с.
18. Тривен М. Иммуобилизованные ферменты.- М.: Мир, 1983.- 218 с.
19. Новые методы иммуноанализа / [М.Тертон,Д.Р.Бангхем,К.А.Колкотт и др.]/ Под ред. А.М. Егорова. - М.: Мир, 1991. - 279 с.
20. Новые направления в развитии иммунологических методов анализа : сб. обзоров / Гос. ком. СССР по науке и технике, АН СССР, ВИНТИ ; под ред. А. М. Егорова. - М. : [б. и.], 1990. - 196 с.
21. Микрофлюидные системы для химического анализа. ред.: Ю. А. Золотов, В. Е. Курочкин. Москва : Физматлит, 2011. - 528 с.

дополнительная

22. Туманов А.А. Биологические методы анализа. *Журнал аналитической химии*. 1988. Т. 43, № 1. С. 20 – 35.
23. Стародуб Н.Ф. Неэлектродные биосенсоры - новое направление в биохимической диагностике. *Биополимеры и клетка*. 1989, Т.5, №1, 5-15.
24. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000.- 469 с.
25. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. М.: Академия, 2005. - 208 с.
26. Неизотопные методы иммуноанализа. Итоги науки и техники, серия "Биотехнология". // М.: Изд. ВИНТИ, 1987.
27. Киселев, Л.Л. Геном человека и биология XXI века. *Вестник РАН*. 2000. Т.70, № 5. С. 412 – 424.
28. Сид Дж. В., Этвуд Дж. Л., Супрамолекулярная химия. Т. 1, 2. Москва: Академкнига, 2007.
29. Говорун В.М., Арчаков А.И. Протеомные технологии в современной медицинской науке. *Биохимия*. 2002. Т. 67, вып. 10. С. 1341 – 1359.
30. Арчаков А.И. Биоинформатика, геномика и протеомика— наука о жизни XXI столетия. *Вопр. мед. химии*. 2000. Т. 46, №1. С. 3–7.
31. 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.
32. Белок: стратегия функционирования. В.М. Мажуль [и др.] //Биофизика живых систем: от молекулы к организму / под общ. ред. И.Д. Волотовского. Минск, 2003. С. 27 – 40.
33. 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.
34. Ермолаева Т.Н., Калмыкова Е.Н. Пьезокварцевые иммуносенсоры. Аналитические возможности и перспективы. *Успехи химии*. 2006. Т. 75, N 5.
35. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1985. Т. 1. – 367 с.; Т. 2. – 368 с.; Т. 3. – 320 с.
36. Причард Э., Барвик В. Контроль качества в аналитической химии. ЦОП «Профессия» 2011. – 320 с.
37. Клячко Н.Л. Ферменты - биологические катализаторы: Основные принципы действия // *Соросовский Образовательный Журнал*. 1997. № 3. С. 58-63.
38. Ферментационные аппараты для процессов микробиологического синтеза под ред. В. А. Быкова. – М. : ДеЛи Принт, 2005. – 278 с.
39. Евстапов 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.
40. 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.
41. 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.

42. Стародуб Н.Ф. Неэлектродные биосенсоры - новое направление в биохимической диагностике. *Биополимеры и клетка*. 1989. Т.5, №1. С. 5-15.
43. Пельтек С.Е., Фрумин Л.Л., Часовских В.В. Нелинейный импульсный электрофорез полимерных цепей. *Доклады Академии наук*. 2005. Т. 404, N 6. С.826-830.
44. Чеботарев В.Д., Реке А.Н. Метод импульсного гель-электрофореза в исследовании биологических макромолекул. *Молекулярная биология*. 1990, Т.24, N 4. С. 598-613.
45. Чеботарев В.Д., Реке А.Н. Классический и импульсный гель-электрофорез биополимеров: Теория и приложения. *Биофизика*. 1992. Т. 37, № 2. С.243-289.
46. 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.
47. Лисичкин Г.В., Крутяков Ю.А. Материалы с молекулярными отпечатками: синтез, свойства, применение. *Успехи химии*. 2006. Т.75, № 10. С. 998-1017.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. Развитие и применение новых масс-спектрометрических методов анализа веществ. Николаев Е. Н. [и др.] // *Известия Российской академии наук. Энергетика*. 2007. № 6. С. 125-139.
52. Боченков В.Е., Сергеев Г.Б. Наноматериалы для сенсоров. *Успехи химии*. 2007. Т. 76, № 11. С. 1084-1093.
53. Mikkelsen S.R., Corto'n E. *Bioanalytical chemistry*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2004. - 361 p.

Адреса сайтов

- Журнал «Биотехнология»: www.genetika.ru/journal/
- Журнал «Вестник биотехнологии»: www.biorosinfo.ru
- Journal of Analytical and Bioanalytical Techniques:
<http://www.omicsonline.org/jabthome.php>
- Analytical and Bioanalytical Chemistry:
<http://www.springer.com/chemistry/analytical+chemistry/journal/216>
- Bioanalysis: <http://www.future-science.com/loi/bio>
- Journal of Bioanalysis and Biomedicine:
<http://www.omicsonline.org/jbabmhome.php>
- <http://biomolecula.ru>

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА 2015 / 2016 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

(степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)