

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

июня 2013 г.

Регистрационный № УД-766/25р.

Биополимеры клетки и методы их анализа

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 01 01 Биология

специализаций 1-31 01 01-01 25 Молекулярная биология и

1-31 01 01-02 25 Молекулярная биология

Факультет биологический
(название факультета)

Кафедра молекулярной биологии
(название кафедры)

Курс (курсы) 3 / 5

Семестр (семестры) 5 / 9-10

Лекции 24 / 30
(количество часов)

Экзамен _____
(семестр)

Практические (семинарские)
занятия -/6
(количество часов)

Зачет 5/10
(семестр)

Лабораторные
занятия 8 / -
(количество часов)

Курсовой проект (работа) _____
(семестр)

УСР 4 / -
(количество часов)

Аудиторных часов по
учебной дисциплине 34 / 36
(количество часов)

Всего часов по
учебной дисциплине 60 / 246
(количество часов)

Форма получения
высшего образования дневная / заочная

Составила О.Б. Русь, к.х.н. доцент
(И.О., Фамилия, степень, звание)

2013 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы по учебной дисциплине «Биополимеры клетки и методы их анализа», 15.02.2010 г., регистрационный номер УД-2382/уч.

(название типовой учебной программы (учебной программы (см. разделы 5-7 Порядка)), дата утверждения, регистрационный номер)

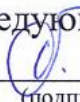
Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой
молекулярной биологии

(название кафедры)

24.05.2013 2013 г., протокол № 22

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой



(подпись)

А.Н. Евтушенков

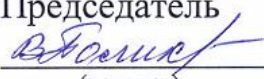
(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией
биологического факультета

25.06. 2013 г., протокол № 11

(дата, номер протокола)

Председатель



(подпись)

В.Д. Поликсенова

(И.О.Фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Биополимеры клетки и методы их анализа» - первый учебный курс, читаемый студентам, распределившимся на кафедру молекулярной биологии. Изучение данной дисциплины – важный этап в подготовке современных специалистов в области молекулярной биологии. **Цель** курса - расширить представление студентов, специализирующихся на кафедре молекулярной биологии, о строении природных биополимеров, их различных уровнях организации. Особое внимание уделено обсуждению разнообразных экспериментальных подходов исследования состава и структуры биомолекул. Опыт, полученный студентами в ходе изучения данной дисциплины, будет полезен студентам при выполнении курсовых и дипломных научных работ.

В ходе изучения данного курса студенты должны

знать:

- основные классы природных биополимеров,
- принципы физико-химических методов анализа биополимеров (центрифугирования, хроматографии, электрофоретических методов, спектральных методов),
- методы выделения и очистки белков,
- методы определения состава и последовательности аминокислотных остатков в белке,
- принципы организации вторичной, сверхвторичной, третичной и четвертичной структур белков, а также методы исследования биомолекул на различных уровнях,
- методы определения молекулярной массы белков и нуклеиновых кислот,
- характеристику форм ДНК на уровне вторичной структуры,
- методы секвенирования нуклеиновых кислот,
- методы исследования вторичной и третичной структур нуклеиновых кислот,
- иметь понятие о белок-белковых взаимодействиях и о взаимодействиях белков с ДНК и с низкомолекулярными лигандами, а также о методах, использующихся для исследования такого рода взаимодействий,
- биологическую роль и уровни структурной организации полисахаридов;

уметь:

- рассчитывать рабочие концентрации веществ, делать разведения препаратов;
- строить калибровочный график с использованием растворов с различным содержанием белка,
- количественно определять общее содержание белков в биологических препаратах биуретовым методом, по Бредфорду и по поглощению в УФ-области спектра,
- разделять биомолекулы посредством гель-фильтрации,
- определять свободный объем колонки, объем элюции вещества,
- определять коэффициент распределения для биомолекул при проведении гель-фильтрации.

В соответствии с учебным планом продолжительность учебного курса составляет 60 / 246 часов, из которых 34 / 36 ч – аудиторных занятий: 24 / 30 ч – лекционных, 8 / - ч – лабораторных занятий, - / 6 ч – практических занятий, 2 / - ч – УСР. Программа курса включает пять взаимосвязанных разделов.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Основные классы природных биополимеров. Размеры и форма биомолекул. Визуализация макромолекул. Электронная микроскопия. Негативное контрастирование. Криоэлектронная микроскопия. Фракционирование клеточного содержимого (гомогенизация экстракция, центрифугирование). Способы разрушения клеток (физические, химические, химико-ферментативные методы).

2. ПРИНЦИПЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА БИОПОЛИМЕРОВ

Методы разделения. Центрифугирование (дифференциальное, зонально-скоростное, равновесное). Препаративное и аналитическое центрифугирование. Хроматография (адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая, аффинная (биоспецифическая); ВЭЖХ). Разделение с помощью мембран: диализ, ультрафильтрация.

Электрофоретические методы. Электрофорез нативный и в денатурирующих условиях. Зональный электрофорез и электрофорез со свободной границей; ступенчатый (диск-электрофорез) и градиентный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование, изотахофорез, капиллярный электрофорез. Одномерный и двумерный электрофорез. Способы детекции белков в полиакриламидном геле. Особенности электрофореза нуклеиновых кислот: разделение и детекция. Пульсовый электрофорез.

Спектрометрические методы. Спектрофотометрия в видимой и УФ-областях, спектрофлуориметрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия.

Методы детекции. Радиоизотопные метки. Методы регистрации радиоактивности. Введение радиоактивной метки в белки. Введение радиоактивной метки в нуклеиновые кислоты (метод случайных праймеров, ник-трансляция, концевое мечение). Нерадиоактивные метки (флуоресцентные метки, биотин-стрептавидиновая система, метод ECL).

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛКОВ

Молекулярная масса, размер и форма белковых молекул. Методы определения молекулярной массы белков (ультрацентрифугирование, гель-фильтрация, ДСН-ПААГ электрофорез, масс-спектрометрия). Методы оценки размеров и формы белковых молекул.

Методы выделения и очистки белков. Классификация методов по используемому характерному параметру макромолекулы: (1) заряд: ионообменная хроматография, электрофорез, изоэлектрическое фокусирование, высаливание; (2) полярность: адсорбционная, гидрофобная хроматографии; (3) размер: диализ и ультрафильтрация, гель-электрофорез, гель-фильтрационная хроматография, ультрацентрифугирование; (4) специфичность: аффинная хроматография. Оценка гомогенности белкового препарата.

Этапы идентификации белков: разделение белковых молекул (одно- и двумерный гель-электрофорез), ферментативное расщепление белков (получение «фингерпринта»), масс-спектрометрический анализ.

Методы количественного определения белка в биологическом материале (колориметрические методы: биуретовый метод, метод Лоури, метод Брэдфорда; спектрофотометрический метод).

Аминокислотный анализ белков. Аминокислотные анализаторы.

Определение последовательности аминокислот в белках (первичной структуры). Разделение и очистка полипептидных цепей. Разрыв дисульфидных связей внутри полипептидной цепи. Определение N- и C-концевых остатков полипептида. Фрагментация полипептидной цепи (ферментативные и химические методы). Разделение пептидов, получаемых при расщеплении белков. Определение аминокислотного состава каждого из фрагментов (метод Эдмана, автоматическое определение аминокислотной последовательности, масс-спектрометрия). Реконструкция полипептидной цепи. Локализация дисульфидных связей. Определение первичной структуры белка по нуклеотидной последовательности ДНК.

Вторичная структура белков (α -спираль, β -складчатый слой, β -петля, неупорядоченные структуры полипептидных цепей). Методы исследования вторичной структуры (рентгеноструктурный анализ кристаллических образцов, круговой дихроизм, дисперсия оптического вращения).

Сверхвторичная структура белков. Понятие о структурных и функциональных доменах.

Третичная структура белков. Методы изучения третичной структуры (анализ кристаллических образцов и исследование пространственного строения белков и пептидов в растворе).

Четвертичная структура олигомерных белков. Методы исследования четвертичной структуры (рентгеноструктурный анализ, электронная микроскопия, электрофорез, ультрацентрифугирование).

Денатурация и ренатурация белков.

Взаимодействие белков с другими белками и с низкомолекулярными лигандами. Примеры взаимодействий белок-белок. Методы изучения белок-белковых взаимодействий (использование гибридных белков, коиммунопреципитация, аффинная хроматография, FRET, двугибридная система, поверхностный плазмонный резонанс, Western-Western). Методы исследования взаимодействия белков с низкомолекулярными лигандами. Примеры взаимодействий белок-низкомолекулярный лиганд. Методы, основанные на разделении свободной и связанной фракций лиганда. Методы, основанные на регистрации изменений физико-химических характеристик в процессе комплексообразования. Регистрация изменений размеров белковой молекулы, фиксирующей лиганд.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Определение молекулярной массы нуклеиновых кислот. Количественное определение нуклеиновых кислот в биологическом материале (спектрофотометрический метод, флуориметрический с использованием этидиумбромид). Методы выделения тотальной и плазмидной ДНК. Методы выделения РНК. Гидролиз нуклеиновых кислот.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная структура нуклеиновых кислот. Секвенирование нуклеиновых кислот (метод химической дегградации, ферментативный метод (метод термина-

торов), пиросеквенирование). Автоматическое секвенирование. Определение нуклеотидной последовательности РНК.

Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм двойной спирали ДНК (В-, А-, С-, Т-, Z-формы). Макромолекулярная структура РНК. Различные типы РНК. Методы исследования вторичной структуры нуклеиновых кислот (рентгеноструктурный анализ, круговой дихроизм дисперсия оптического вращения и др.).

Третичная структура нуклеиновых кислот. Методы исследования третичной структуры (рентгеноструктурный анализ, метод разрезанных молекул и др.).

Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. Гибридизационные зонды. Блоттинг по Саузерну, Нозерн-блот гибридизация. Вестерн-блоттинг.

Комплексы нуклеиновых кислот с белками. Примеры. Изучение взаимодействий молекул ДНК с белками: связывание на фильтрах, изменение подвижности в геле, футпринтинг, метод разрезанных молекул, спектральные методы.

5. АНАЛИЗ ПОЛИСАХАРИДОВ

Полисахариды про- и эукариотических организмов. Гомо- и гетерогликаны. Протеогликаны. Липополисахариды. Биологическая роль. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов. Исследование строения полисахаридов. Применение полисахаридов в промышленности, биотехнологии, медицине.

Дневная форма получения высшего образования

№ разделов и тем	Наименование разделов, тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лекции	Практ., семинар.	Лаб. за- нятия	УСР	
1.	Введение	2				2
2.	Принципы физико-химических методов анализа биополимеров	6		4	1	8
3	Методы исследования белков	8		4	1	6
4	Исследование нуклеиновых кислот	6				6
5	Анализ полисахаридов	2				4
ИТОГО:		24		8	2	26

Заочная форма получения высшего образования

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Количество часов				
		Аудиторные				Са- мост. рабо- та
		Лекции	Практ., семинар.	Лаб. за- нятия	УСР	
1.	Введение	2				
2.	Принципы физико-химических ме- тодов анализа биополимеров	12	2			
3	Методы исследования белков	12	2			
4	Исследование нуклеиновых кислот	8	2			
5	Анализ полисахаридов	2				
ИТОГО:		30	6			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	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
1.	Введение Основные классы природных биополимеров. Размеры и форма биомолекул. Визуализация макромолекул. Электронная микроскопия. Негативное контрастирование. Криоэлектронная микроскопия. Фракционирование клеточного содержимого. Способы разрушения клеток.	2				Рисунки и схемы для ка-даскопа	ЛО – 1,8	
2.	Принципы физико-химических методов анализа биополимеров <i>Методы разделения.</i> Центрифугирование (дифференциальное, зонально-скоростное, равновесное). Препаративное и аналитическое центрифугирование. Хроматография (адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая, аффинная; ВЭЖХ). Разделение с помощью мембран: диализ, ультрафильтрация. Электрофоретические методы. Электрофорез нативный и в денатурирующих условиях. Зональный электрофорез и электрофорез со свободной границей; ступенчатый (диск-электрофорез) и градиентный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование, изотахофорез, капиллярный элек-	6 2 2		4	1	Рисунки и схемы для ка-даскопа	ЛО – 1,2,3,4,5,6,8 ЛД – 2,3,5,6,7	Устный опрос, КСР – тест письменно

	трофорез. Одномерный и двумерный электрофорез. Способы детекции белков в полиакриламидном геле. Особенности электрофореза нуклеиновых кислот: разделение и детекция. Пульсовый электрофорез. <i>Спектрометрические методы.</i> Спектрофотометрия в видимой и УФ-областях, спектрофлуориметрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия. <i>Методы детекции.</i> Радиоизотопные метки. Нерадиоактивные метки (флуоресцентные метки, биотин-стрептавидиновая система, метод ECL).	2						
3.	Методы исследования белков Молекулярная масса, размер и форма белковых молекул. Методы определения молекулярной массы белков. Методы оценки размеров и формы белковых молекул. <i>Методы выделения и очистки белков.</i> Классификация методов по используемому характерному параметру макромолекулы: (1) заряд: ионообменная хроматография, электрофорез, изоэлектрическое фокусирование, высаливание; (2) полярность: адсорбционная, гидрофобная хроматографии; (3) размер: диализ и ультрафильтрация, гель-электрофорез, гель-фильтрационная хроматография, ультрацентрифугирование; (4) специфичность: аффинная хроматография. Оценка гомогенности белкового препарата. Этапы идентификации белков: разделение белковых молекул (одно- и двумерный гель-электрофорез), ферментативное расщепление белков (получение «фингерпринта»), масс-спектрометрический анализ. Методы количественного определения белка в биологическом материале. Аминокислотный анализ белков. Аминокислотные анализаторы. <i>Определение последовательности аминокислот в белках (первичной структуры).</i> <i>Вторичная структура белков.</i> Методы иссле-	8 2 2 2		4	1	Рисунки и схемы для ка- даскопа	ЛО – 1,2,8,9 ЛД – 1,4,7	Устный оп- рос, КСР – тест пись- менно

	дования вторичной структуры. Сверхвторичная структура белков. Понятие о структурных и функциональных доменах. <i>Третичная структура белков.</i> Методы изучения третичной структуры. <i>Четвертичная структура</i> олигомерных белков. Методы исследования четвертичной структуры. Денатурация и ренатурация белков. <i>Взаимодействие белков с другими белками и с низкомолекулярными лигандами.</i> Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Методы исследования взаимодействия белков с низкомолекулярными лигандами.	2					мультимедийная презентация	
4.	Исследование нуклеиновых кислот Определение молекулярной массы нуклеиновых кислот. Количественное определение нуклеиновых кислот в биологическом материале. Гидролиз нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Секвенирование нуклеиновых кислот. <i>Вторичная структура</i> нуклеиновых кислот. Методы исследования вторичной структуры нуклеиновых кислот. <i>Третичная структура</i> нуклеиновых кислот. Методы исследования третичной структуры. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. <i>Комплексы нуклеиновых кислот с белками.</i> Изучение взаимодействий молекул ДНК с белками.	6 2 2 2					Рисунки и схемы для каскопа	ЛО – 1,7,8,9 ЛД - 8
5.	Анализ полисахаридов Полисахариды про- и эукариотических организмов. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов. Исследование строения полисахаридов. Применение полисахаридов в промышленности, биотехнологии, медицине.	2					Рисунки и схемы для каскопа	ЛО – 1,8 ЛД - 9

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	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
1.	Введение Основные классы природных биополимеров. Размеры и форма биомолекул. Визуализация макромолекул. Электронная микроскопия. Негативное контрастирование. Криоэлектронная микроскопия. Фракционирование клеточного содержимого. Способы разрушения клеток.	2				Рисунки и схемы для каскопа	ЛО – 1,8	
2.	Принципы физико-химических методов анализа биополимеров <i>Методы разделения.</i> Центрифугирование (дифференциальное, зонально-скоростное, равновесное). Препаративное и аналитическое центрифугирование. Хроматография (адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая, аффинная; ВЭЖХ). Разделение с помощью мембран: диализ, ультрафильтрация. Электрофоретические методы. Электрофорез нативный и в денатурирующих условиях. Зональный электрофорез и электрофорез со свободной границей; ступенчатый (диск-электрофорез) и	10 2 2 2	2			Рисунки и схемы для каскопа	ЛО – 1,2,3,4,5,6,8 ЛД – 2,3,5,6,7	

	градиентный электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование, изотахофорез, капиллярный электрофорез. Одномерный и двумерный электрофорез. Способы детекции белков в полиакриламидном геле. Особенности электрофореза нуклеиновых кислот: разделение и детекция. Пульсовый электрофорез. <i>Спектрометрические методы.</i> Спектрофотометрия в видимой и УФ-областях, спектрофлуориметрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия. <i>Методы детекции.</i> Радиоизотопные метки. Нерадиоактивные метки (флуоресцентные метки, биотин-стрептавидиновая система, метод ECL).	2						
3.	Методы исследования белков Молекулярная масса, размер и форма белковых молекул. Методы определения молекулярной массы белков. Методы оценки размеров и формы белковых молекул. <i>Методы выделения и очистки белков.</i> Классификация методов по используемому характерному параметру макромолекулы: (1) заряд: ионообменная хроматография, электрофорез, изоэлектрическое фокусирование, высаливание; (2) полярность: адсорбционная, гидрофобная хроматографии; (3) размер: диализ и ультрафильтрация, гель-электрофорез, гель-фильтрационная хроматография, ультрацентрифугирование; (4) специфичность: аффинная хроматография. Оценка гомогенности белкового препарата. Этапы идентификации белков: разделение белковых молекул (одно- и двумерный гель-электрофорез), ферментативное расщепление белков (получение «фингерпринта»), масс-	10 2	2			Рисунки и схемы для ка- даскопа	ЛО – 1,2,8,9 ЛД – 1,4,7	
		2						

	спектрометрический анализ. Методы количественного определения белка в биологическом материале. Аминокислотный анализ белков. Аминокислотные анализаторы. <i>Определение последовательности аминокислот в белках (первичной структуры).</i> <i>Вторичная структура белков.</i> Методы исследования вторичной структуры. Сверхвторичная структура белков. Понятие о структурных и функциональных доменах. <i>Третичная структура белков.</i> Методы изучения третичной структуры. <i>Четвертичная структура</i> олигомерных белков. Методы исследования четвертичной структуры. Денатурация и ренатурация белков. <i>Взаимодействие белков с другими белками и с низкомолекулярными лигандами.</i> Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Методы исследования взаимодействия белков с низкомолекулярными лигандами.	2						
		2						
		2				мультимедийная презентация		
4.	Исследование нуклеиновых кислот Определение молекулярной массы нуклеиновых кислот. Количественное определение нуклеиновых кислот в биологическом материале. Гидролиз нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Секвенирование нуклеиновых кислот. <i>Вторичная структура</i> нуклеиновых кислот. Методы исследования вторичной структуры нуклеиновых кислот. <i>Третичная структура</i> нуклеиновых кислот.	6	2			Рисунки и схемы для ка- даскопа	ЛО – 1,7,8,9 ЛД - 8	
		2						
		2						

	Методы исследования третичной структуры. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. <i>Комплексы нуклеиновых кислот с белками.</i> Изучение взаимодействий молекул ДНК с белками.	2						
5.	Анализ полисахаридов Полисахариды про- и эукариотических организмов. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов. Исследование строения полисахаридов. Применение полисахаридов в промышленности, биотехнологии, медицине.	2				Рисунки и схемы для каскопа	ЛО – 1,8 ЛД - 9	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

№№ п/п	Список литературы	Год изда- ния
	Основная (ЛО)	
1	<i>Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рефф, К. Робертс, Дж. Уотсон.</i> Молекулярная биология клетки, Т. 1-3	1994
2	<i>Кольман Я., Рем К.-Г.</i> Наглядная биохимия	2000
3	<i>Овчинников Ю.А.</i> Биоорганическая химия	1987
4	<i>Остерман Л.А.</i> Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование	1981
5	<i>Остерман Л.А.</i> Исследование биологических макромолекул изоэлектрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами	1989
6	<i>Остерман Л.А.</i> Хроматография белков и нуклеиновых кислот	1983
7	<i>Остерман Л.А.</i> Хроматография белков и нуклеиновых кислот	1985
8	<i>Чемерис А.В.</i> Секвенирование ДНК	1999
9	<i>Alberts B.</i> Molecular biology of the cell	2002
10	<i>Berg J.M.</i> Biochemistry	2002
	Дополнительная (ЛД)	
1	<i>Дарбре А.</i> Практическая химия белка	1989
2	<i>Досон Р.</i> Справочник биохимика	1991
3	<i>Карасек Ф.</i> Введение в хромато-масс-спектрометрию	1993
4	Проблема белка, в 5 томах	1996
5	Руководство по капиллярному электрофорезу: Курс лекций Х.Энгельгардта	1996
6	<i>Сердюк И.Н.</i> Физические методы в структурной молекулярной биологии в начале XXI века. Успехи биологической химии. Т. 42. С.3-28.	2002
7	<i>Скоунс Р.</i> Методы очистки белков	1985
8	<i>Bloomfield V.A.</i> Nucleic acids. Structures, properties, and functions	2000
9	Essentials of glycobiology / ed. by A.Varki, R. Cummings	1999

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Методы количественного определения белка в биологическом материале (4 ч)
2. Гель-фильтрационная хроматография (4 ч)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Биополимеры клетки и методы их анализа» следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, тестового контроля по темам и разделам курса: принципы физико-химических методов анализа биополимеров; методы исследования белков.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Типовыми учебными планами специальности 1-31 01 01 «Биология» в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован зачет.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название 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) ¹
1.			

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
на ____/____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(степень, звание) (подпись) (И.О.Фамилия)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине