Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Л. Толстик
«__» _____ 2014 г.

Регистрационный № УД-950/р.

Биополимеры клетки и методы их анализа

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности:
1-31 01 Биология (по направлениям)
специализаций 1-31 01 01-01 25 Молекулярная биология и
1-31 01 01 2 25 Молекулярная биология

Факультет биологический
(название факультета)

Кафедра молекулярной биологии
(название кафедры)

Курс (курсы) 2-3 / 5

Семестр (семестры) 4-5 / 9-10

Лекции 24 / 28
(количество часов)

Экзамен -
(семестр)

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

Зачет 4-5/10
(семестр)

Лабораторные занятия 8 / -
(количество часов)

Курсовой проект (работа) -
(семестр)

УСР 2 / –
(количество часов)

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

Всего часов по учебной дисциплине 64
(количество часов)

Форма получения высшего образования дневная / заочная

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

2014 г.

Учебная программа составлена на основе учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Биополимеры клетки и методы их анализа», 15.04.2014 г, регистрационный № УД-991/баз.

(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)

20 мая 2014 г., протокол № 22

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

_____ А.Н. Евтушенков

(подпись) (И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической комиссией биологического факультета

28.05.2014 г., протокол № 10

(дата, номер протокола)

Председатель

_____ В.Д. Поликсенова

(подпись) (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 и о разнообразных экспериментальных подходах к исследованию состава и структуры биомолекул. Опыт, полученный студентами в ходе изучения данной дисциплины, будет полезен при выполнении курсовых и дипломных научных работ.

Задачей учебной дисциплины является изучение структурной организации биологических макромолекул и основных методов для их выделения и анализа.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам («Биохимия», «Молекулярная биология» и др.).

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 белках,
- принципы организации вторичной, сверхвторичной, третичной и четвертичной структур белков, а также методы исследования биомолекул на различных уровнях организации,
- методы определения молекулярной массы белков и нуклеиновых кислот,
- методы секвенирования нуклеиновых кислот,
- характеристику форм ДНК на уровне вторичной структуры,
- 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 различными методами,

- разделять биомолекулы посредством гель-фильтрации и определять коэффициент распределения для биомолекул при проведении гель-фильтрации.

владеть:

- навыками приготовления растворов и построения калибровочных графиков;
- базовыми методами, применяемыми для выделения и анализа белков и нуклеиновых кислот.

Курс читается для студентов дневного и заочного отделений специализации молекулярная биология. В соответствии с учебным планом продолжительность учебного курса составляет 64 ч, из которых 34 / 34 ч – аудиторных занятий: 24 / 28 ч – лекционных, 8 ч – лабораторных занятий и 2 ч – УСР для студентов дневного отделения, а также 6 ч семинарских занятий для студентов заочного отделения. 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 этидиум-бромида). 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 деградации, ферментативный метод (метод терминаторов), пиросеквенирование). Автоматическое секвенирование. Определение нуклеотидной последовательности РНК.

Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двойная спираль ДНК. Комплементарные и межплоскостные взаимодействия нуклеиновых оснований. Полиморфизм двойной спирали ДНК (B-, A-, C-, T-, 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. занятия	УСР	
1.	Введение	2				2
2.	Принципы физико-химических методов анализа биополимеров	6		4	1	10
3	Методы исследования белков	8		4	1	8
4	Исследование нуклеиновых кислот	6				8
5	Анализ полисахаридов	2				2
ИТОГО:		**24**		**8**	**2**	**30**

Заочная форма получения высшего образования

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Количество часов				
		Аудиторные				Самост. работа
		Лекции	Практ., семинар.	Лаб. занятия	УСР	
1.	Введение	2				2
2.	Принципы физико-химических методов анализа биополимеров	12	2			8
3	Методы исследования белков	12	2			8
4	Исследование нуклеиновых кислот	8	2			6
5	Анализ полисахаридов	2				2
ИТОГО:		**28**	**6**			**26**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Управляемая самостоятельная работа студента	Иное	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
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					ЛО – 1,8	
2.	**Принципы физико-химических методов анализа биополимеров** *Методы разделения.* 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 (дисковый 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 детек-	6 2 2			4	1	ЛО – 1,2,3,4,5,6, 8 ЛД – 2,3,5,6,7	Устный опрос, КСР – тест письменно

	ция. Пульсовый электрофорез. *Спектрометрические методы.* Спектрофотометрия в видимой и УФ-областях, спектрофлуориметрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия. *Методы детекции.* 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. *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. Аминокислотный анализ белков. Аминокислотные анализаторы. *Определение последовательности аминокислот в белках (первичной структуры).* *Вторичная структура белков.* Методы исследования вторичной структуры. Сверхвторичная структура белков. Понятие о структурных и функциональных доменах. *Третичная структура белков.* Методы изучения третичной структуры. *Четвертичная структура* олигомерных белков. Методы исследования четвертичной структуры. Денатурация и ренатурация белков.	8 2 2 2			4	1	ЛО – 1,2,8,9 ЛД – 1,4,7	Устный опрос, КСР – тест письменно

	Взаимодействие белков с другими белками и с низкомолекулярными лигандами. Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Методы исследования взаимодействия белков с низкомолекулярными лигандами.	2						
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. *Вторичная структура* нуклеиновых кислот. Методы исследования вторичной структуры нуклеиновых кислот. *Третичная структура* нуклеиновых кислот. Методы исследования третичной структуры. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. *Комплексы нуклеиновых кислот с белками.* Изучение взаимодействий молекул ДНК с белками.	6 2 2 2					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					ЛО – 1,8 ЛД - 9	

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Управляемая самостоятельная работа студента	Иное	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
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					ЛО – 1,8	
2.	**Принципы физико-химических методов анализа биополимеров** *Методы разделения.* 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 электрофорез. Одномерный и двумерный электрофорез. Способы детекции белков в полиакриламидном геле. Особенности электрофореза нуклеиновых кислот: разделение и детекция. Пульсовый электрофорез.	10 2 2 4	2				ЛО – 1,2,3,4,5,6,8 ЛД – 2,3,5,6,7	

	Спектрометрические методы. Спектрофотометрия в видимой и УФ-областях, спектрофлуориметрия, ЭПР, ЯМР, масс-спектрометрия. *Методы детекции.* 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. *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. Аминокислотный анализ белков. Аминокислотные анализаторы. *Определение последовательности аминокислот в белках (первичной структуры).* *Вторичная структура белков.* Методы исследования вторичной структуры. Сверхвторичная структура белков. Понятие о структурных и функциональных доменах. *Третичная структура белков.* Методы изучения третичной структуры. *Четвертичная структура* олигомерных белков. Методы исследования четвертичной структуры. Денатурация и ренатурация белков. *Взаимодействие белков с другими белками и с низкомолекулярными лигандами.* Методы изучения белок-белковых взаимодействий. Методы исследования	8 2 2 2 2	2				ЛО – 1,2,8,9 ЛД – 1,4,7	

	взаимодействия белков с низкомолекулярными лигандами.							
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. *Вторичная структура* нуклеиновых кислот. Методы исследования вторичной структуры нуклеиновых кислот. *Третичная структура* нуклеиновых кислот. Методы исследования третичной структуры. Денатурация и ренатурация нуклеиновых кислот. Гибридизация нуклеиновых кислот. *Комплексы нуклеиновых кислот с белками.* Изучение взаимодействий молекул ДНК с белками.	6 2 2 2	2				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					ЛО – 1,8 ЛД - 9	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

№№ п/п	Список литературы	Год издания
	Основная (ЛО)	
1	*Б. Албертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рефф, К. Робертс, Дж. Уотсон*. Молекулярная биология клетки, Т. 1-3	1994
2	*Кольман Я., Рем К.-Г.* Наглядная биохимия	2000
3	*Нельсон Д., Кокс М*. Основы биохимии Ленинджера, Т. 1. Основы биохимии строения и катализ	2011
4	*Овчинников Ю.А*. Биоорганическая химия	1987
5	*Остерман Л.А*. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование	1981
6	*Остерман Л.А.* Исследование биологических макромолекул изоэлектрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами	1989 1983
7	*Остерман Л.А*.Хроматография белков и нуклеиновых кислот	1985
8	*Чемерис А.В.* Секвенирование ДНК	1999
9	*Alberts B.* Molecular biology of the cell	2002
10	*Berg J.M.* Biochemistry	2002
	Дополнительная (ЛД)	
1	*Дарбре А*. Практическая химия белка	1989
2	*Досон Р.* Справочник биохимика	1991
3	*Карасек Ф.* Введение в хромато-масс-спектрометрию	1993
4	Проблема белка, в 5 томах	1996
5	Принципы масс-спектрометрии в приложении к биомолекулам. Под ред. Дж. Ласкина	2012
6	Руководство по капиллярному электрофорезу: Курс лекций Х.Энгельгардта	1996
7	*Сердюк И.Н.* Физические методы в структурной молекулярной биологии в начале XXI века. Успехи биологической химии. Т. 42. С.3-28.	2002
8	*Скоупс Р.* Методы очистки белков	1985
9	*Финкельштейн А., Птицын О.* Физика белка	2012
10	*Bloomfield V.A.* Nucleic acids. Structures, properties, and functions	2000
11	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.).

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

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.

Студент допускается к сдаче зачета по учебной дисциплине в случае отработки всех лабораторных занятий (для студентов дневного отделения) и семинарских занятий (для студентов заочного отделения), получения положительных оценок по контрольным мероприятиям управляемой самостоятельной работы. В случае пропуска лекции без уважительной причины студент должен подготовить реферат по теме пропущенного занятия (не менее 5 станиц рукописного текста с указанием в списке использованной литературы не менее 3 источников).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)[1]
1. Биохимия	Кафедра биохимии	Нет	
2. Биофизика	Кафедра биохимии	Нет	

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)