




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Васильева М.С.  
«15» сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
Биоорганической химии и биотехнологии

  
«15» сентября 2017 г.  
Стоник В.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Химия и биохимия нуклеиновых кислот

**Направление подготовки 04.04.01 Химия**

магистерская программа «Органическая, элементоорганическая и биоорганическая химия»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2

лекции 6 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием MAO лек. 6 /пр. 6 /лаб. час.

в том числе в электронной форме лек. - /пр. - /лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 60 час.

в том числе с использованием MAO 12 час.

в том числе в электронной форме - час.

самостоятельная работа 156 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ № 12-13-592 от 04.04.2016.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Биоорганической химии и биотехнологии ШЕН протокол № 1 от «08» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой Биоорганической химии и биотехнологии ШЕН: академик В.А. Стоник

Составитель: к.х.н., доцент Чикаловец И.В.

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Master's degree in 04.04.01 Chemistry**

**Master's Program "Organical, elementoorganical and bioorganical chemistry"**

**Course title:** Chemistry and Biochemistry of Nucleic acids

**Variable part of Block 1, 6 credits.**

**Instructors:** Chikalovets I.V.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- The ability to abstract thinking, analysis, synthesis (GC-1).
- The ability to perceive, to develop and use the theoretical foundations of traditional and new sections of chemistry in solving professional problems (GPC-1).
- The proficiency chemical experiment, the main synthetic and analytical methods of preparation and research chemicals and reactions (GPC-2).
- The willingness to manage a team in their professional activities, tolerant to perceive social, ethnic, religious and cultural differences (GPC-8).
- The ownership system of fundamental chemical concepts and methodological aspects of chemistry, forms and methods of scientific knowledge (SPC-3).

**Learning outcomes:**

- The readiness for self-development, self-realization, use of creative potential (GC-10).
- Ability to use and develop the theoretical basis of traditional and new sections of chemistry in the solution of professional tasks (GPC-1).
- Ability to implement safety standards in laboratory and technological conditions (GPC-3).
- Ability to conduct scientific research on the formulated themes independently plan research and obtain new scientific and applied results (SPC-1).
- Know the theory and practical skills in the chosen field of chemistry (SPC-2).

**Course description:**

The purpose of the course "Chemistry and Biochemistry of Nucleic acids" is to develop student's basic concepts in the field of chemistry and biochemistry of nucleic acids and, above all, the biosynthesis of DNA and RNA playing a fundamental role in the implementation of the biological role of these macromolecules is to store, transfer and implementation of genetic information.

**Main course literature:**

1. Knorre D.G., Godovikova T.S., Myzina S.D. Bioorganicheskayahimiya: uchebnoeposobie [Bioorganic Chemistry: Textbook]. - Novosibirsk: Izd-voNovosibirskogouniversiteta, 2011. - 480 p (rus).

Access:<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679690&theme=FEFU>

2. Terentyeva N.A., Terentyev L.L., Rasskazov V.A. Himiya i biohimijanukleinovyh kislot [Chemistry and biochemistry of nucleic acids]. - Vladivostok: Dal'nauka, 2011. - 268 p. (rus) –

Access:<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:661765&theme=FEFU>

3. Coleman J., Remus K.-H. Naglyadnayabiohimiya [Visual Biochemistry] - M.: Binom, Laboratoriyaznaniy, 2012. - 469 p (rus).

Access:<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668199&theme=FEFU>

4. Tyukavkina N.A., Baukov Y.I., Zurabyan S.E. Bioorganicheskayahimiya: uchebnoe posobie [Bioorganic Chemistry: Textbook] - M.: GEOTAR Media, 2015. - 416 p (rus). Access:<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

5. Tyukavkina N.A. Bioorganicheskayahimiya: rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam: ucheb. posobie [Bioorganic Chemistry: A Guide to practical training: Proc. Manual] - M.: GEOTAR Media, 2014. - 168 p (rus). Access: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428214.html>

6. Romanovskij I.V., Boltromeyuk V.V., Gidranovich L.G. Bioorganicheskayahimiya: uchebnoe posobie [Bioorganic Chemistry: Textbook] M.: NIC INFRA-M, Nov. znanie, 2015. - 504 p (rus).

Access:<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F#none>

**Form of final knowledge control: exam**

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»**

Дисциплина «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» разработана для студентов направления 04.04.01 Химия, магистерской программы «Органическая, элементоорганическая и биоорганическая химия».

Трудоемкость дисциплины 6 зачетных единицы (216 часов). Дисциплина включает 6 часов лекций, 18 часов практических и 36 часов лабораторных занятий, 120 часов самостоятельной работы, из которых 36 часов дается на экзамен. Реализуется во 2 семестре.

### **Цели освоения дисциплины:**

Целью преподавания курса «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» является формирование у студентов базовых представлений в области биохимии нуклеиновых кислот и, прежде всего, процессов биосинтеза ДНК и РНК, играющих основополагающую роль в осуществлении биологической роли этих макромолекул, заключающейся в хранении, передаче и реализации наследственной информации.

### **Задачи:**

1. Познакомить с классификацией, номенклатурой, свойствами нуклеиновых кислот и их компонентов.
2. Сформировать представления о репликации и репарации ДНК.
3. Познакомить с путями синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов *de novo* и из готовых фрагментов.
4. Сформировать представления о структуре молекул РНК и основных этапах процесса транскрипции.
5. Познакомить с молекулярными основами биосинтеза белка в клетке.
6. Сформировать представления об особенностях размножения ДНК- и РНК-содержащих вирусов
7. Привить навыки к анализу экспериментальных данных, научить работать с научной и справочной литературой.

Для успешного изучения дисциплины «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.
- Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач.
- Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.
- Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
- Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-10 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знает	теорию и практику химии и биохимии нуклеиновых кислот.
	Умеет	творчески использовать полученные знания для решения поставленных задач.
	Владеет	химическими и биохимическими методами и подходами в области нуклеиновых кислот.
ОПК-1 способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и	Знает	теоретические основы физической, аналитической, неорганической, органической химии; основы биоорганической химии, биохимии, химической технологии.
	Умеет	использовать теоретические основы традиционных и

новых разделов химии при решении профессиональных задач		новых разделов химии; предлагать или предполагать механизмы процессов биосинтеза нуклеиновых кислот.
	Владеет	способностью использовать знания теоретические основ различных разделов химии, в первую очередь химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, при решении профессиональных задач, в том числе и проведения экспериментальных работ в области исследований нуклеиновых кислот; базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.
ОПК-3 способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Знает	правила обращения с оборудованием, химическими реактивами, посудой
	Умеет	проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности; осуществлять очистку и получение химических веществ с соблюдением правил техники безопасности.
	Владеет	навыками обращения с химическими реактивами, посудой, биохимическим оборудованием.
ПК-1 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Знает	тематики научных исследований в области нуклеиновых кислот.
	Умеет	определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование.
	Владеет	навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
ПК-2 владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Знает	теоретические основы химии и биохимии нуклеиновых кислот; методы проведения научных экспериментов.
	Умеет	проводить научные исследования по сформулированной тематике
	Владеет	способностью планировать исследования; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении экспериментов с нуклеиновыми кислотами; способностью анализировать получаемые результаты и формулировать выводы

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекции-беседы, проблемные лекции,

семинарские занятия, групповой разбор тем.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (6 час.)**

### **Раздел I. Структура нуклеиновых кислот (1,5 час.)**

**Тема 1. Первичная структура нуклеиновых кислот (0,75 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,75 час.)**

Нуклеиновые основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Структура, изомерия, номенклатура и свойства. Конформации фуранозного цикла и азотсодержащего гетероцикла. Первичная структура РНК и ДНК.

**Тема 2. Пространственная структура нуклеиновых кислот (0,75 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,75 час.)**

A, B, C, D, Z спирали ДНК. Специфичность спаривания оснований. Нуклеотидный состав ДНК. Правила Чаргаффа. Плавление двойной спирали. Роль нуклеиновых кислот в хранении, передаче и экспрессии генетической информации. История открытия генетической функции ДНК. Суперспирализация ДНК, ее биологическая роль. Эукариотические хромосомы. Гистоны, нуклеосомы. Нековалентные взаимодействия в нуклеиновых кислотах. Взаимодействия Уотсона-Крика и Хугстиновские связи. Семейства спиралей ДНК и переходы между семействами. Неканонические структуры ДНК. Сателлитная ДНК. Одноцепочечная ДНК некоторых вирусов. Кольцевые молекулы ДНК. Размеры молекул ДНК. Внехромосомная наследственность (плазмиды, митохондриальная ДНК, хлоропластная ДНК).

### **Раздел II. Репликация и репарация ДНК (1,5 час.)**

**Тема 1. Репликация ДНК (0,5 час.) с использованием метода интерактивного обучения проблемная лекция (0,5 час.)**

Общие представления о репликации ДНК. Направление элонгации цепи ДНК, полуконсервативный механизм, точки инициации репликации, репликативные вилки. Этапы репликации.

Инициация репликации. Праймирование, ферменты участвующие в этом процессе у про- и эукариот. Инициация фрагментов Оказаки. Праймсомы.

Элонгация. Схема репликативной вилки. Репликативный комплекс *E.coli*, ферменты и белковые факторы, их функции. Реплисома эукариот, ее основные компоненты. Терминация репликации. Теломеры, теломеразы.

**Тема 2. Репарация (0,5 час.) с использованием метода**



***интерактивного обучения лекция – беседа (0,5 час.)***

Типы репаративных процессов. Репликоны. Структура *ori*. Одно- и двунаправленная репликация. ДНК-полимеразы, общие характеристики. Свойства и функции ДНК-полимераз *E.coli* и эукариот. Дополнительные белки репликации (ДНК-топоизомеразы типа I и II, хеликазы, SSB белки, лигазы, и т.д.). Проблемы репликации линейных молекул ДНК. Фотореактивация. Эксцизионная репарация, ее типы. Репарация ошибочно включенных нуклеотидов. SOS-репарация. Ферменты, участвующие в репарации ДНК. Механизмы, обеспечивающие точность синтеза ДНК. Созревание полноразмерных ДНК хромосом. Топологические проблемы при завершении удвоения ДНК. Мутации. Заболевания, вызванные нарушением репаративных процессов.

***Тема 3. Биосинтез ДНК (0,5 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,5 час.)***

Предшественники биосинтеза ДНК. Ингибиторы биосинтеза ДНК. Классификация ингибиторов биосинтеза ДНК. Субстратоподобные ингибиторы *in vitro*, и *in vivo*. Ферменты, участвующие в биосинтезе предшественников, регуляция. Ингибиторы биосинтеза ДНК с различными механизмами действия. Механизмы действия ингибиторов биосинтеза ДНК. Аналоги нуклеозидов как лекарственные средства.

***Раздел III. РНК (1,5 час.)***

***Тема 1. Структура и функция молекул РНК (0,5 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,5 час.)***

Первичная, вторичная, третичная структура РНК. Типы РНК: рибосомная, транспортная, информационная, минорные РНК, их биологическая роль.

***Тема 2. Транскрипция и процессинг (0,5 час.) с использованием метода интерактивного обучения проблемная лекция (0,5 час.)***

Основные этапы процесса транскрипции. Ферменты транскрипции. Процессинг РНК. Образование мРНК у эукариот, сплайсинг. РНК-полимеразы. Основные типы процессинга РНК.

***Тема 3. Регуляция транскрипции (0,5 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,5 час.)***

Неканонические функции РНК. Концепция «Мир РНК».

***Раздел IV. Молекулярные основы биосинтеза белка в клетке (1,5 час.)***

***Тема 1. Генетический код и зависимость между генами и белками (0,75 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,75 час.)***

Генетический код. т-РНК – адапторная молекула в синтезе белка.

Принципы функционирования рибосом.

**Тема 2. Трансляция (0,75 час.) с использованием метода интерактивного обучения лекция – беседа (0,75 час.)**

Основные этапы трансляции. Структуры рибосом про- и эукариот. Разделение функций между большой и малой субчастицами. Сопряжение транскрипции и трансляции у прокариот. Котрансляционное сворачивание белка. Регуляция трансляции.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие 1. Структура нуклеиновых кислот и их компонентов (2 час.)**

1. Основания, нуклеозиды, нуклеотиды. Структура, изомерия, номенклатура и свойства

2. Структура, и свойства ДНК

#### **Вопросы для обсуждения**

1) На чем основана классификация нуклеиновых кислот?  
2) Структура, свойства азотистых оснований и углеводных компонентов.  
3) Химические реакции, в которых участвуют компоненты нуклеиновых кислот, нуклеозиды и нуклеотиды

4) Структура, и свойства ДНК

5) Первичная структура нуклеиновых кислот

6) Вторичная структура ДНК, типы взаимодействий, стабилизирующие спираль

7) Конформация полинуклеотидной цепи. Параметры спирали ДНК

8) Полиморфизм спиралей, А-, В-, С-, D- Z-ДНК

9) Конформационные переходы двойной спирали

10) Третичная структура ДНК

11) Плавление двойной спирали

12) Нуклеотидный состав ДНК

13) Сателлитная ДНК

#### **Занятие 2. Репликация и репарация ДНК (4 час.)**

1. Общие представления о репликации ДНК.

2. Ферменты и белки, участвующие в репликации

3. Типы репаративных процессов

#### **Вопросы для обсуждения**

#### **Репликация**

1) Генетическая функции ДНК

2) Как протекает репликация ДНК? (Полуконсервативный механизм. Точки начала репликации. Скорость репликации. Репликоны Потребность в праймерах. Терминация репликации)

3) Непрерывный и прерывистый синтез цепей ДНК при репликации

4) Основные этапы репликации ДНК (Инициация, Элонгация, Терминация)

5) Ферменты и белки, участвующие в репликации (ДНК-полимеразы Топоизомеразы, ДНК-хеликазы SSB-белки Нуклеазы ДНК-лигазы)

6) Репликативный комплекс *E. coli*

7) Реплисома эукариот, ее основные компоненты

8) Репликация линейных геномов вирусных ДНК, ДНК бактерий

9) Репликация теломерных участков эукариотических хромосом

(Теломеры. Теломераза)

### **Репарация ДНК**

1) Механизмы репарации поврежденной ДНК

2) Фотореактивация

3) Эксцизионная репарация ДНК путем удаления поврежденных азотистых оснований (BER) и путем удаления нуклеотидов (NER).

4) Репарация ошибочно спаренных нуклеотидов (mismatch repair)

5) Рекомбинационная репарация

6) SOS-репарация

### **Занятие 3. Предшественники биосинтеза нуклеиновых кислот (2 час.)**

1. Пути синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов

2. Ингибиторы биосинтеза ДНК

### **Вопросы для обсуждения**

#### **Биосинтез предшественников**

1) Пути биосинтеза предшественников

2) Биосинтез пиримидиновых и пуриновых нуклеотидов de novo

3) Реакции биосинтеза

4) Превращение 5'-NMP в 5'-NDP и 5'-NTP

5) Биосинтез дезоксирибонуклеотидов

6) Особенности биосинтеза dTTP

7) Дополнительный (salvage) путь биосинтеза нуклеотидов

8) Распад пуриновых и пиримидиновых нуклеозидов

#### **Ингибиторы биосинтеза ДНК**

1) Субстратоподобные ингибиторы in vitro

2) Субстратоподобные ингибиторы in vivo

3) Ингибиторы с разнообразными механизмами действия

4) Какие модификации оснований, углеводного остатка, трифосфатной

группировки приводят к появлению ингибиторных свойств?

#### **Занятие 4. РНК (4 час.)**

1. Структура и типы молекул РНК, их функции
2. Транскрипция
3. Процессинг РНК

#### **Вопросы для обсуждения**

##### **Структура РНК**

- 1) Виды РНК (Транспортные. Рибосомные. Матричные. Гетерогенная ядерная РНК. Минорные РНК)
- 2) Функции РНК (канонические и неканонические)
- 3) Концепция «Мир РНК» (в каких процессах принимает участие РНК и функции каких биополимеров она способна выполнять?)

##### **Биосинтез РНК**

- 1) Реакция полимеризации и РНК-полимеразы
- 2) Этапы транскрипции (Инициация Элонгация Терминация)
- 3) Процессинг мРНК, рРНК, тРНК
- 4) Виды процессинга РНК (Кэпирование Полиаденилирование Сплайсинг Редактирование)

#### **Занятие 5. Биосинтез белка (4 час.)**

1. Биосинтез белка рибосомами
2. Основные этапы трансляции

#### **Вопросы для обсуждения**

- 1) Генетический код и зависимость между генами и белками
- 2) Биосинтез белка рибосомами
- 3) Роль тРНК
- 4) Структура и функционирование рибосом
- 5) Этапы трансляции (Инициация Элонгация Терминация и освобождение полипептида и диссоциация рибосомы)
- 6) Принципы функционирования рибосомы, разделение генетической и энзиматической функций между субчастицами)

#### **Занятие 6. Вирусы (2 час.)**

1. Особенности размножения ДНК-содержащих вирусов
2. Стратегия репликации РНК-содержащих вирусов. Ретровирусы

#### **Вопросы для обсуждения**

- 1) Что представляют собой вирусы?
- 2) Состав, размеры и форма вирусных частиц
- 3) Типы взаимодействия с клеткой
- 4) Особенности жизненного цикла вирусов

- 5) Репродукция ДНК-содержащих вирусов (Вирусы с одноцепочечной или двуцепочечной ДНК, кольцевой или линейной)
- 6) Репродукция РНК-содержащих вирусов
- 7) (+)РНК-вирусы
- 8) (-)РНК-вирусы
- 9) (±)РНК-вирусы
- 10) Ретроидные вирусы
- 11) Ретровирусы
- 12) Гепаднавирусы
- 13) Стратегия борьбы с вирусами. Противовирусные препараты

### **Лабораторные работы (36 часов)**

**Лабораторная работа №1. Методы определения ДНК (6 час.)**

**Лабораторная работа № 2. Методы выделения ДНК (12 час.)**

**Лабораторная работа № 3. Определение содержания ДНК и РНК в клетках (12 час.)**

**Лабораторная работа № 4. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле (6 час.)**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел I. Структура нуклеиновых кислот и их компонентов Раздел II. Репликация и репарация ДНК	ОК-10 ОПК-1 ПК-1	<b>Знает</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену
			<b>Умеет</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену
			<b>Владеет</b>	Собеседование (УО-1). Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6)	Вопросы к экзамену
2.	Раздел III. РНК Раздел IV. Молекулярные основы биосинтеза белка в клетке	ОПК-3 ПК-2	<b>Знает</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену.
			<b>Умеет</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену.
			<b>Владеет</b>	Опрос перед началом лабораторных работ (УО-1). Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6)	Вопросы к экзамену.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Биоорганическая химия: учебное пособие / Д. Г. Кнорре, Т. С. Годовикова, С. Д. Мызина [и др.]. - Новосибирск.: Изд-во Новосибирского университета, 2011. - 480 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679690&theme=FEFU>

2. Терентьева, Н.А. Химия и биохимия нуклеиновых кислот: учебное пособие для биологических, химических, медицинских специальностей вузов / Н. А. Терентьева, Л. Л. Терентьев, В. А. Рассказов. – Владивосток.: Дальнаука, 2011. - 268 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:661765&theme=FEFU>

3. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем ; пер. с нем. Л. В. Козлова, Е. С. Левиной, П. Д. Решетова. – М.: БИНОМ, Лаб. знаний, 2012. - 469 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668199&theme=FEFU>

4. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

5. Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям: учеб.пособие / под ред. Н.А. Тюкавкиной. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 168 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428214.html>

6. Биоорганическая химия: учебник / И.В. Романовский, В.В. Болтромаеук, Л.Г. Гидранович и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов.знание, 2015. - 504 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F#none>

#### **Дополнительная литература**

1. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия / Ю. А. Овчинников. – М.: Просвещение, 1987. – 816с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:325131&theme=FEFU>

2. Практикум по биоорганической химии: учебное пособие / под ред. В. А. Стоника. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2002. - 155с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:98770&theme=FEFU>

3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии /под ред. : К. Уилсона, Дж. Уолкера ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. – М.: БИНОМ. Лаб. Знаний, 2012. - 848с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:705602&theme=FEFU>

4. Кнорре, Д. Г. Биологическая химия : учебник для вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. - М.: Высшая школа, 2003, - 479 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3328&theme=FEFU>

5. Артемова, Э. К. Основы общей и биоорганической химии: учебное пособие для вузов / Э. К. Артемова, Е. В. Дмитриев. – М.: КноРус, 2011. - 247 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248553&theme=FEFU>

6. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. - М.: Дрофа, 2006. - 544 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298339&theme=FEFU>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

##### **«Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://www.chem.msu.su/>

4. <http://lib.e-science.ru/>
5. <http://elibrary.ru/>
6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
7. <http://molbiol.ru>
8. <http://www.xumuk.ru/>
9. <http://www.humbio.ru>
10. <http://znanium.com>
11. <http://www.nelbook.ru>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, коллоквиумы и др.).



Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Химия и биохимия нуклеиновых кислот».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные

сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в

профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к коллоквиумам, собеседованию (опросу)**

При подготовке к сдаче коллоквиумов, собеседованию необходимо воспользоваться материалами лекций и рекомендованной литературой.

Изучая материал по литературным данным, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, фиксируя выводы, в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Надо подробно разбирать примеры, которые поясняют определения, и приводить аналогичные примеры самостоятельно. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебной книге полезно либо в тетради на специально отведенных полях, либо в документе, созданном на ноутбуке, планшете и др. информационном устройстве, дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, которые есть необходимость разобрать на консультации с преподавателем. Выводы, полученные в результате изучения учебной литературы, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы при перечитывании материала они лучше запоминались.

### **Подготовка к лабораторным работам**

При подготовке к лабораторным работам просмотрите материалы лекций, рекомендованную литературу, а также методические рекомендации к лабораторным работам. В тетради для лабораторных работ опишите краткую теорию, цель и ход лабораторной работы. Выполните домашнее задание и ответьте на вопросы к лабораторной работе.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2-3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционная аудитория (мультимедийный проектор Acer X1230PS Projector, модель QNX0902, настенный экран, ноутбук LenovoIdeaPad S205, модель 20105).

Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, химической посудой, реактивами.

Оборудование: холодильник "Stinol", холодильная витрина "Бирюса 310-1", коллектор фракций «BioRad - 2110», роторный испаритель "Buchi", весы, спектрофотометр UV-VIS RS, центрифуга "Sigma 2-16", жидкостной хроматограф "Buchi", pH-метр MP220 MettlerToledo, автоматические пипетки, посуда, реактивы. Спектральная техника: КД спектрограф Chirascanplus (AppliedPhotophysics, Англия), спектрофлуориметр RF-5301 PC (Shimadzu, Япония), ИК- спектрометр HEWLETT PACKARD Series 1110 MSD.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»**

**Направление подготовки 04.04.01 Химия**

**магистерская программа «Органическая, элементоорганическая и  
биоорганическая химия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Подготовка к семинарским занятиям	40 час	Опрос перед началом занятия (УО-1).
2.	В течение семестра	Подготовка к сдаче коллоквиума	40 часов	Коллоквиум (УО-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к выполнению лабораторных работ	40 час	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении в ходе лабораторных работ экспериментального задания (ПР-6).
4.	16-18 неделя	Подготовка к экзамену	36 часов	Экзамен

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к лабораторным работам (к опросу и/или собеседованию перед лабораторной работой и подготовки к экспериментальной части), к коллоквиумам, экзамену.

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

#### Подготовка к коллоквиумам

При подготовке к коллоквиумам воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Подготовьте ответы на все вопросы коллоквиума (Приложение 2).

Коллоквиум проходит следующим образом: студент получает 2 вопроса из перечня вопросов к коллоквиуму по теме (основные вопросы) и готовится самостоятельно 15-20 минут. После чего он освещает эти вопросы преподавателю и отвечает на дополнительные вопросы, которые служат как для выявления глубины понимания материала дисциплины, так и позволяют оценить общий объем осознанного материала по дисциплине.

#### Подготовка к опросу, собеседованию

При подготовке к опросу, собеседованию, групповым дискуссиям воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Подготовьте ответы на все вопросы (Приложение 2).

Собеседование проходит следующим образом: студент отвечает на вопросы преподавателя по данной теме, которые служат как для выявления

глубины понимания материала, так и позволяют оценить общий объём осознанного материала по данной теме.

### **Критерии оценивания коллоквиума, опроса, собеседования**

#### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

#### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

#### **Подготовка к экзамену**

При подготовке к экзамену воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Вопросы к экзамену находятся в приложении 2.

### **Критерии оценивания экзамена:**

#### **Отметка "Отлично"**

1. Глубокое и систематическое знание всего программного материала.
2. Отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.
3. Логически корректное и убедительное изложение ответа.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

#### **Отметка "Хорошо"**

1. Существенных ошибок нет.
2. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.
3. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение.

#### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины.

#### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание, либо отрывочное представление данной проблеме в рамках учебно-программного материала.
2. Допущены существенные ошибки.

Из оценок за каждый вопрос выводится средняя итоговая оценка за письменную работу.

#### **Подготовка к лабораторным работам**

Самостоятельная работа студентов по подготовке к лабораторным работам включает в себя: проработку и анализ теоретического материала, составление плана выполнения лабораторной работы, описание проделанной работы (тексты, таблицы, схемы и т.п.).

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирования эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

Для подготовки к лабораторным работам необходимо составлять конспект предстоящей лабораторной работы, которую предстоит выполнить.

Конспект представляет собой краткую письменную запись содержания лабораторной работы, предназначенную для последующего восстановления информации с различной степенью полноты. Как и любой другой конспект, конспект лабораторной работы должен удовлетворять следующим требованиям: систематичность, логичность, связность текста. Если в целом записи не отражают логики полного текста, если между отдельными частями записей нет смысловой связи, то такие выдержки не представляют никакой информационной ценности при выполнении работ, то есть конспектом как таковым не является. В конспект включаются не только основные положения, но и доводы, их обосновывающие, конкретные факты и примеры, но без их подробного описания.

Ценность конспекта состоит в том, что студент волен вести записи так, как ему удобно. То есть не существует строго регламентированной



последовательности как таковой, однако при этом существуют определенные способы ведения конспектов с соблюдением последовательности.

Наглядные и удобные конспекты, составляемые самостоятельно являются неотъемлемой частью подготовки к лабораторному занятию.

Структура отчета по лабораторной работе

Отчеты по лабораторным работам представляются в письменном виде в рабочей тетради.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов и экспериментов, список литературы, расчеты и т.д.

Структурно отчет по лабораторной работе комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме;

- *Исходные данные к выполнению заданий* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.;

- *Основная часть* – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т.д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- *Выводы* – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);

- *Список литературы* – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

В тетради для лабораторных работ опишите краткую теорию, цель и ход лабораторной работы. Выполните домашнее задание и ответьте на вопросы к лабораторной работе.

Лабораторная работа № 1. Методы определения ДНК

**Задание на дом:**

- Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи, методическое пособие к лабораторным занятиям;

- Предложить оптимальный метод для определения ДНК

**Вопросы для самоконтроля:**

- Какие методы чаще всего применяется для определения ДНК?
- В чем преимущество и в чем недостатки цветных реакций определения?

Лабораторная работа № 2. Методы выделения ДНК

**Задание на дом:**

- Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи, методическое пособие к лабораторным занятиям;
- Подобрать условия для выделения ДНК.

**Вопросы для самоконтроля:**

- В чем принципы метода выделения ДНК?
- Какие методы используют для выделения ДНК из разных объектов?

Лабораторная работа № 3. Определение содержания ДНК и РНК в клетках

**Задание на дом:**

- Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи, методическое пособие к лабораторным занятиям;
- Подготовиться к проведению определения содержания нуклеиновых кислот в клетках;

**Вопросы для самоконтроля:**

- На чем основано дифференциальное определения ДНК и РНК?
- Как определить содержание ДНК и РНК в биологических объектах?

Лабораторная работа № 4. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле

**Задание на дом:**

- Просмотреть материал лекций, монографии, научные статьи, методическое пособие к лабораторным занятиям;
- Научиться готовить агарозные гели.

**Вопросы для самоконтроля:**

- Как проводится электрофорез нуклеиновых кислот?
- Как разделяются различные формы ДНК?

**Критерии оценивания лабораторных работ**

• 100-85 баллов – работа выполнена правильно, с соблюдением необходимой последовательности, оборудование и объекты подобраны самостоятельно. Требования техники безопасности полностью соблюдены. Цель и выводы сформулированы полностью, в отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки.

- 84-76 баллов – работа выполнена в правильной последовательности, но допущены 1-2 несущественные ошибки в работе. Требования техники безопасности соблюдены. Цель и выводы сформулированы, допущены небольшие неточности в описании результатов работы.

- 75-61 балл – в ходе проведения работы допущены ошибки, имеются затруднения при интерпретации полученных результатов, сложности при применении полученных знаний в практической деятельности.

- 60-50 баллов – не способен самостоятельно выполнить работу, результаты работы не позволяют сделать правильный вывод, умения делать выводы, логически и грамотно описывать наблюдения отсутствуют.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»**  
**Направление подготовки 04.04.01 Химия**  
магистерская программа «Органическая, элементоорганическая и  
биоорганическая химия»  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-10 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знает	теорию и практику химии и биохимии нуклеиновых кислот.
	Умеет	творчески использовать полученные знания для решения поставленных задач.
	Владеет	химическими и биохимическими методами и подходами в области нуклеиновых кислот.
ОПК-1 способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Знает	теоретические основы физической, аналитической, неорганической, органической химии; основы биоорганической химии, биохимии, химической технологии.
	Умеет	использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии; предлагать или предполагать механизмы процессов биосинтеза нуклеиновых кислот.
	Владеет	способностью использовать знания теоретические основ различных разделов химии, в первую очередь химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, при решении профессиональных задач, в том числе и проведения экспериментальных работ в области исследований нуклеиновых кислот; базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.
ОПК-3 способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Знает	правила обращения с оборудованием, химическими реактивами, посудой
	Умеет	проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности; осуществлять очистку и получение химических веществ с соблюдением правил техники безопасности.
	Владеет	навыками обращения с химическими реактивами, посудой, биохимическим оборудованием.
ПК-1 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Знает	тематики научных исследований в области нуклеиновых кислот.
	Умеет	определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование.
	Владеет	навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
ПК-2 владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Знает	теоретические основы химии и биохимии нуклеиновых кислот; методы проведения научных экспериментов.
	Умеет	проводить научные исследования по сформулированной тематике
	Владеет	способностью планировать исследования; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении экспериментов с нуклеиновыми кислотами; способностью анализировать получаемые результаты и формулировать выводы

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Раздел I. Структура нуклеиновых кислот и их компонентов Раздел II. Репликация и репарация ДНК	ОК-10 ОПК-1 ПК-1	<b>Знает</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену
			<b>Умеет</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену
			<b>Владет</b>	Собеседование (УО-1). Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6)	Вопросы к экзамену
2.	Раздел III. РНК Раздел IV. Молекулярные основы биосинтеза белка в клетке	ОПК-3 ПК-2	<b>Знает</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену.
			<b>Умеет</b>	Собеседование (УО-1). Коллоквиум (УО-2)	Вопросы к экзамену.
			<b>Владет</b>	Опрос перед началом лабораторных работ (УО-1). Проверка отчета по лабораторным работам (ПР-6)	Вопросы к экзамену.

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОК-10 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Знает	теорию и практику химии и биохимии нуклеиновых кислот.	Знание основ химии и биохимии НК	Способен к самостоятельной работе над определенной тематикой в области химии и биохимии НК
	умеет	творчески использовать полученные знания для решения поставленных задач.	Умение выбрать метод для решения определенной задачи в области химии и биохимии НК	Способен найти оптимальный подход для решения задач в области химии и биохимии НК
	владеет	химическими и биохимическими методами и подходами в области нуклеиновых кислот.	Владение основными методами и подходами химии и биохимии НК	Глубокое понимание процессов функционирования генетического аппарата, происходящих на всех уровнях организации живой материи.

ОПК-1 способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	знает	теоретические основы физической, аналитической, неорганической, органической химии; основы биоорганической химии, биохимии, химической технологии.	Способен выразить свое мнение по сформулированной проблеме, аргументировать его.	Способен использовать теоретические основы химии и биохимии НК при решении профессиональных задач
	умеет	использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии; предлагать или предполагать механизмы процессов биосинтеза нуклеиновых кислот.	Знание современных методов и подходов биоинженерии.	Способен развивать теоретические основы биоинженерии при решении профессиональных задач
	владеет	способностью использовать знания теоретических основ различных разделов химии, в первую очередь химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, при решении профессиональных задач, в том числе и проведения экспериментальных работ в области исследований нуклеиновых кислот; базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.	Умение находить новые методы и способы решения биотехнологических задач	Способен интерпретировать полученные результаты

ОПК-3 способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	знает	правила обращения с оборудованием, химическими реактивами, посудой	Знание правил обращения с оборудованием, химическими реактивами, посудой	Способен применять правила обращения с оборудованием, химическими реактивами, посудой при проведении эксперимента
	умеет	проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности; осуществлять очистку и получение химических веществ с соблюдением правил техники безопасности.	Демонстрирует умение проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности; осуществлять выделение НК с соблюдением правил техники безопасности.	Способен проводить эксперименты с соблюдением правил техники безопасности; осуществлять выделение НК с соблюдением правил техники безопасности
	владеет	навыками обращения с химическими реактивами, посудой, биохимическим оборудованием.	Владеет навыками и соблюдает нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Способен соблюдать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
ПК-1 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	знает	тематики научных исследований в области нуклеиновых кислот.	Знание современной информации о структуре и функциях НК.	Способен сформулировать основные законы реализации и передачи генетической информации. Способен объяснить понятия: транскрипция, трансляция, репликация.
	умеет	определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование.	Демонстрирует умение приобретать новые знания с использованием современных научных методов. Умеет формулировать научные задачи и подбирать адекватные методы для их решения.	способен самостоятельно составлять план исследования и представлять результаты экспериментальных работ.
	владеет	навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и	Владеет основными современными методами биохимии НК.	Способен проводить научно-исследовательскую работу и получать новые научные и прикладные результаты.



		формулировки выводов; навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.		
ПК-2 владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии	знает	теоретические основы химии и биохимии нуклеиновых кислот; методы проведения научных экспериментов.	Знание основных этапов становления и развития химии НК, определений, понятий, основных механизмов реализации генетического материала	Способность сформулировать и раскрыть суть основных законов химии НК
	умеет	проводить научные исследования по сформулированной тематике	Умение схематически воспроизводить биологические процессы, найти дополнительную литературу по изучаемой теме, умение применять полученные знания для анализа литературы по специальности	Способность использовать теоретические знания в области химии и биохимии нуклеиновых кислот для анализа полученных результатов.
	владеет	способностью планировать исследования; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении экспериментов с нуклеиновыми кислотами; способностью анализировать получаемые результаты и формулировать выводы	Владеет навыками установления взаимосвязей фундаментальных дисциплин, таких как биохимия, молекулярная биология, генетика и др.	Способность применять знания в области химии и биохимии нуклеиновых кислот для анализа полученных результатов, формулировки обоснованных выводов и предложений.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»**

**Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Проводится в виде экзамена. Экзамен проводится в устной форме: устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**  
**Перечень вопросов для экзамена**

1. Основания, нуклеозиды, нуклеотиды, их структура, конформация и свойства.
2. Терминация репликации.
3. Принципы функционирования рибосом.
4. Первичная структура ДНК.
5. РНК-полимеразы прокариот и эукариот
6. Сопряжение транскрипции и трансляции у прокариот
7. Структура РНК.
8. Эксцизионная репарация, ее типы.
9. Основные этапы трансляции.
10. Полиморфизм спиралей ДНК
11. Транскрипция, этапы процесса
12. т-РНК – адапторная молекула в синтезе белка.
13. Пространственная структура нуклеиновых кислот.
14. Репарация ошибочно включенных нуклеотидов.
15. функции большой субчастицы рибосомы
16. Нековалентные взаимодействия в нуклеиновых кислотах.
17. Свойства и функции ДНК-полимераз *E.coli* и эукариот.
18. Функции малой субчастицы рибосомы
19. Эукариотические хромосомы.
20. Инициация трансляции
21. Стратегия репликации РНК-содержащих вирусов
22. Генетический код, его характеристики
23. Неканонические функции РНК
24. Репликативный комплекс *E.coli*, ферменты и белковые факторы, их функции.
25. Сателлитная ДНК.
26. Функции РНК
27. Реплисома эукариот, ее основные компоненты.
28. Субстратоподобные ингибиторы биосинтеза ДНК *in vitro*.
29. Теломеры, теломеразы
30. Образование мРНК у эукариот, сплайсинг
31. Конформации фуранозного цикла и азотсодержащего гетероцикла в нуклеозидах.
32. Эксцизионная репарация, ее типы
33. Этап элонгации трансляции

34. Субстратоподобные ингибиторы биосинтеза ДНК *in vivo*
35. Процессинг РНК.
36. Терминация трансляции
37. Репликация ДНК-содержащих вирусов.
38. Пространственная структура РНК
39. Рибосомы. Эпицикл трансляции
40. Пути синтеза пуриновых нуклеотидов *de novo*.
41. Сопряжение транскрипции и трансляции у прокариот
42. Дополнительные белки репликации, их функции
43. Пути синтеза пиримидиновых нуклеотидов *de novo*.
44. Праймирование, ферменты участвующие в этом процессе у про- и эукариот.
45. Основные этапы трансляции.
46. Вспомогательный (*salvage*) путь биосинтеза предшественников
47. Общие представления о репликации ДНК.
48. Ретровирусы

### **Образцы экзаменационных билетов**

## **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Дальневосточный федеральный университет»**

**Школа естественных наук**

ООП 04.04.01- Химия

Дисциплина «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»

Форма обучения очная

Семестр 2

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

### **Экзаменационный билет № 1**

1. Основания, нуклеозиды, нуклеотиды, их структура, конформация и свойства.
2. Терминация репликации.
3. Принципы функционирования рибосом.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**Школа естественных наук**

ООП 04.04.01- Химия

Дисциплина «Химия и биохимия нуклеиновых кислот»

Форма обучения очная

Семестр 2

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

**Экзаменационный билет № 2**

1. Первичная структура ДНК.
2. РНК-полимеразы прокариот и эукариот
3. Сопряжение транскрипции и трансляции у прокариот

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине  
«Химия и биохимия нуклеиновых кислот»**

**Оценка «Отлично»**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

**Оценка «Хорошо»**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке «Отлично».
5. Допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, наблюдалась «шероховатость» в изложении материала.

**Оценка «Удовлетворительно»**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

**Оценка «Неудовлетворительно»**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.

2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Химия и биохимия нуклеиновых кислот» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, коллоквиума) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем. Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (подготовленность к занятиям, активность на занятиях, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками;
- результаты самостоятельной работы.

### **Характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам**

#### **Перечень оценочных средств (ОС)**

##### **I. Устный опрос**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.)- Вопросы по темам/разделам дисциплины.

##### **II. Письменные работы**

Лабораторная работа (ПР -6).(Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу). Лабораторные работы представлены в соответствующем разделе.

#### **Оценочные средства для текущей аттестации**

## **Вопросы собеседований при проверке подготовки к лабораторным работам**

1. Что представляют собой нуклеиновые кислоты, каковы их структурные компоненты?
2. Чем отличаются ДНК и РНК? Виды РНК.
3. Что представляют собой моно-, ди-, и трифосфаты нуклеозидов? Каковы продукты их гидролиза?
4. Качественные реакции на составные части нуклеиновых кислот.
5. Как соединяются между собой моноклеотиды в молекулах нуклеиновых кислот?
6. Основные принципы электрофореза.
7. Основные компоненты для проведения электрофореза нуклеиновых кислот в агарозном геле.
8. Опишите методы количественного определения НК.
9. На чем основаны методы количественного определения НК?
10. Какие продукты получаются при щелочном гидролизе ДНК и РНК?
11. Какие продукты получаются при кислотном гидролизе НК?
12. Какие продукты получаются при ферментативном гидролизе НК?
13. Какие матричные синтезы Вам известны?
14. Основные этапы и принципы репликации. Репликационная вилка.
15. Основные этапы и принципы транскрипции.
16. Основные этапы и принципы трансляции.

## **Вопросы к коллоквиуму 1. Структура нуклеиновых кислот и их компонентов**

1. На чем основана классификация нуклеиновых кислот
2. Структура, свойства азотистых оснований и углеводных компонентов.
3. Химические реакции, в которых участвуют компоненты нуклеиновых кислот, нуклеозиды и нуклеотиды
4. Структура, и свойства ДНК
5. Первичная структура нуклеиновых кислот
6. Вторичная структура ДНК, типы взаимодействий, стабилизирующие спираль
7. Конформация полинуклеотидной цепи. Параметры спирали ДНК
8. Полиморфизм спиралей, А-, В-, С-, D- и Z-ДНК.
9. Конформационные переходы двойной спирали
10. Третичная структура ДНК
11. Плавление двойной спирали

12. Нуклеотидный состав ДНК

13. Сателлитная ДНК

## **Вопросы к коллоквиуму 2. Репликация и репарация ДНК**

1. Генетическая функции ДНК
2. Как протекает репликация ДНК? (Полуконсервативный механизм. Точки начала репликации. Скорость репликации. Репликоны. Потребность в праймерах. Терминация репликации)
3. Непрерывный и прерывистый синтез цепей ДНК при репликации
4. Основные этапы репликации ДНК (Инициация, Элонгация, Терминация)
5. Ферменты и белки, участвующие в репликации (ДНК-полимеразы, Топоизомеразы, ДНК-хеликазы, SSB-белки, Нуклеазы, ДНК-лигазы)
6. Репликативный комплекс *E. coli*
7. Реплисома эукариот, ее основные компоненты
8. Репликация линейных геномов вирусных ДНК, ДНК бактерий
9. Репликация теломерных участков эукариотических хромосом (Теломеры. Теломераза)
10. Механизмы репарации поврежденной ДНК
11. Фотореактивация
12. Эксцизионная репарация ДНК путем удаления поврежденных азотистых оснований (BER) и путем удаления нуклеотидов (NER).
13. Репарация ошибочно спаренных нуклеотидов (mismatch repair)
  1. Рекомбинационная репарация
  2. SOS-репарация

## **Вопросы к коллоквиуму 3. Предшественники биосинтеза нуклеиновых кислот и Ингибиторы биосинтеза ДНК**

1. Пути биосинтеза предшественников
2. Биосинтез пиримидиновых и пуриновых нуклеотидов *de novo*
3. Реакции биосинтеза
4. Превращение 5'-NMP в 5'-NDP и 5'-NTP
5. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов
6. Особенности биосинтеза dTTP
7. Дополнительный (salvage) путь биосинтеза нуклеотидов
8. Распад пуриновых и пиримидиновых нуклеозидов
9. Субстратоподобные ингибиторы *in vitro*
10. Субстратоподобные ингибиторы *in vivo*
11. Ингибиторы с разнообразными механизмами действия

12. Какие модификации оснований, углеводного остатка, трифосфатной группировки приводят к появлению ингибиторных свойств?

#### **Вопросы к коллоквиуму 4. РНК**

1. Виды РНК (Транспортные.Рибосомные. Матричные. Гетерогенная ядерная РНК. Минорные РНК)
2. Функции РНК (канонические и неканонические)
3. Концепция «Мир РНК» (в каких процессах принимает участие РНК и функции каких биополимеров она способна выполнять?)
4. Реакция полимеризации и РНК-полимеразы
5. Этапы транскрипции (Инициация Элонгация Терминация)
6. Процессинг мРНК, рРНК, тРНК
7. Виды процессинга РНК  
(КэпированиеПолиаденилированиеСплайсингРедактирование)

#### **Вопросы к коллоквиуму 5. Биосинтез белка**

1. Генетический код и зависимость между генами и белками
2. Биосинтез белка рибосомами
3. Роль тРНК
4. Структура и функционирование рибосом
5. Этапы трансляции (Инициация Элонгация Терминация и освобождение полипептида и диссоциация рибосомы)
6. Принципы функционирования рибосомы, разделение генетической и энзиматической функций между субчастицами)

#### **Вопросы к коллоквиуму 6. Вирусы**

1. Что представляют собой вирусы?
2. Состав, размеры и форма вирусных частиц
3. Типы взаимодействия с клеткой
4. Особенности жизненного цикла вирусов
5. Репродукция ДНК-содержащих вирусов (Вирусы с одноцепочечной или двуцепочечной ДНК, кольцевой или линейной)
6. Репродукция РНК-содержащих вирусов
7. (+)РНК-вирусы
8. (-)РНК-вирусы
9. (±)РНК-вирусы
10. Ретровирусы
11. Ретровирусы
12. Гепаднавирусы
13. Стратегия борьбы с вирусами. Противовирусные препараты

**Критерий оценки (устный ответ)**



**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки лабораторной работы:**

**100-86 баллов** - выставляется студенту, если студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, как будут рассчитываться погрешности. Студент

отвечает правильно на вопросы преподавателя. Измерения проведены самостоятельно. Правильно заполнены таблицы. После выполнения работы может показать, как проводились измерения и при необходимости их повторить. Работа выполнена в полном объеме, фактических ошибок, связанных с пониманием темы, нет; работа оформлена правильно.

**85-76 баллов** - выставляется студенту, если студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет четкое представление, что и каким способом будет измеряться, как устроена и работает установка; какие прямые и косвенные измерения проводятся в данной работе, как будут рассчитываться погрешности. Были допущены 1-2 ошибки при самостоятельном проведении измерений. Значения занесены в таблицы с ошибками. Работа выполнена в полном объеме, допущено не более 1 ошибки при ответе на дополнительные вопросы преподавателя; работа оформлена правильно.

**75-61 балл** - студент составил конспект предстоящей лабораторной работы; знает законы, которые лежат в основе явлений рассматриваемых в работе, формулы, описывающие данные законы; имеет представление, что и каким способом будет измеряться. При самостоятельном проведении измерений было допущено не более 3 ошибок. Значения занесены в таблицы с ошибками. Работа выполнена в полном объеме, сделаны верные выводы, допущено не более 2 ошибок при ответе на дополнительные вопросы преподавателя. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.