



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


**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
 Руководитель ОП

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Заведующий кафедрой  
 Биоорганической химии и биотехнологии

*Семонин* Стоник В.А.  
 (подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
 «08» сентября 2017 г.

*Семонин* Стоник В.А.  
 (подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
 «08» сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 Биоорганическая химия  
 Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
 специализация «Медицинская химия»  
 Форма подготовки очная

- курс 2,3 семестр 4,5
- лекции 108 часов
- практические занятия -/- час.
- лабораторные работы 144 час.
- в том числе с использованием MAO лек. 54/лаб. 72 час.
- всего часов аудиторной нагрузки 252 час.
- в том числе с использованием MAO 126 час.
- самостоятельная работа 288 час.
- в том числе на подготовку к экзамену 108 час.
- контрольные работы (количество) 2
- курсовая работа / курсовой проект -/- семестр
- зачет 5 семестр
- экзамен 4,5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.09.2016 № 1174.

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 Е.В. Лейченко

**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

**Specialist's degree in 04.05.01 Fundamental and Applied Chemistry**

**Specialization "Medical Chemistry"**

**Course title "Bioorganic chemistry"**

**Basic part of Block 1, 15 credits.**

**Instructors: Leychenko E.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 willingness to manage a team in their professional activities, tolerant to perceive social, ethnic, religious and cultural differences (GPC-8)

**Learning outcomes:**

- The proficiency chemical experiment, the main synthetic and analytical methods of preparation and research chemicals and reactions (GPC-2).
- The ability to conduct scientific research on the subject and have formulated new scientific and applied results (SPC-1).
- The ownership system of fundamental chemical concepts and methodological aspects of chemistry, forms and methods of scientific knowledge (SPC-3).

**Course description:**

Contents of the course covers the following issues: chemical bases of biological processes, including common approaches to the study of biomolecules, classification; the chemical structure and biological functions of the five classes of biomolecules: peptides and proteins, nucleic acids, carbohydrates, lipids and low-molecular bioregulators are under discussed. On the basis of the structure and properties of amino acids provides information about nomenclature and biological function of peptides. It is shown that proteins are evolutionarily selected polypeptides. It is discussed to be the peculiarities of their chemical structure, and explains what the primary, secondary, tertiary, and quaternary structures. Main approaches to establishing the complete structure of proteins and peptides are under discussed. The information about the most famous group of proteins - enzymes is provided. The structure and biological functions of a number of other groups of proteins are discussed. The information about the main groups of nucleic acids and their biological roles, the peculiarities of chemical structure, the ability of DNA to exist in the form of macromolecules (double helices) is provided. The peculiarities of functioning of nucleic acids, in particular, the duplication of DNA, the information transmission from DNA to RNA, its translation in the amino acid sequences of

proteins are discussed. The information about the other three classes of biomolecules: carbohydrates, lipids and low-molecular bioregulators are provided also. At carrying out of laboratory works on discipline «Chemical bases of biological processes» the students produced skill of carrying out of experimental researches, connected with the quantitative and qualitative determination of biomolecules, as well as practical learning methods of isolation and establish the biomolecules structures.

**Main course literature:**

1. Knorre D.G., Godovikova T.S., Myzina S.D. Bioorganicheskaya himiya: uchebnoe posobie [Bioorganic Chemistry: Textbook]. - Novosibirsk: Izd-vo Novosibirskogo universiteta, 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 biohimiya nukleinovyh 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. Naglyadnaya biohimiya [Visual Biochemistry]. - M.: Binom, Laboratoriya znaniy, 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. Bioorganicheskaya himiya: uchebnoe posobie [Bioorganic Chemistry: Textbook]. - M.: GEOTAR Media, 2015. - 416 p (rus). Access:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

5. Tyukavkina N.A. Bioorganicheskaya himiya: 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. Bioorganicheskaya himiya: uchebnoe posobie [Bioorganic Chemistry: Textbook]. - M.: NIC INFRA-M, Nov. znanie, 2015. - 504 p (rus). Access:

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=502950>

**Form of final knowledge control: exam.**

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Биоорганическая химия»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Биоорганическая химия» разработана для студентов 2 и 3 курса специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, специализация «Медицинская химия» в соответствии с ФГОС ВО по данной специальности. Входит в базовую часть учебного плана: Б1.Б.4.5. Трудоемкость дисциплины 15 зачетных единиц, 540 часов. Дисциплина включает 108 часов лекций, 144 часа лабораторных работ и 288 часов самостоятельной работы (из них 108 часов отведены на экзамен), завершается экзаменом. Реализуется в 4 и 5 семестре.

Курсу «Биоорганическая химия» предшествуют необходимые для его понимания курсы: «Органическая химия», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Биология с основами экологии». В программе курса рассматриваются общие подходы к изучению биомолекул, современная классификация этих природных соединений, химическое строение и биологические функции нуклеиновых кислот, белков и пептидов, углеводов. Приведены сведения об основных группах липидов и их биологическом значении, обсуждаются особенности первичного и вторичного метаболизма, дается общая характеристика низкомолекулярных биорегуляторов. В качестве примеров низкомолекулярных регуляторов рассматриваются строение и биологические функции ряда витаминов и низкомолекулярных гормонов.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Биоорганическая химия» используются при изучении таких дисциплин, как «Биохимия», «Биотехнология», «Генетика и молекулярная биология», «Нуклеиновые кислоты», «Белки и ферменты», «Углеводы», «Низкомолекулярные биорегуляторы», при выполнении научно-исследовательской работы.

**Цель:** изучение строения и свойств важнейших биополимеров, составляющих основу жизненных процессов и формирование у студентов знаний об основных молекулярных принципах передачи информации в живых системах.

### **Задачи:**

1. Сформировать представления о принципах строения белков и нуклеиновых кислот, об их структурной организации;
2. Приобрести знания об углеводах, жирных кислотах, нейтральных липидах и фосфолипидах, алкалоидах, некоторых витаминах и гормонах, о структуре и функции этих биомолекул;

3. Сформировать представление об основных этапах передачи информации в клетках, об особенностях каталитических свойств ферментов.

Для успешного изучения дисциплины «Биоорганическая химия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1).
- Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1).
- Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2).
- Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-8).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные этапы проведения химического эксперимента.</li> <li>• Основные методы исследования химических веществ и реакций.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Спланировать и провести химический эксперимент.</li> <li>• Подобрать методы для исследования химических веществ.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</li> </ul>
Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методологию проведения структурно-функциональных исследований биологически активных соединений различных классов.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками обращения с химическими реактивами,</li> </ul>

		посудой, с приборами.
Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы структурной организации и функционирования биомолекул;</li> <li>• основные этапы передачи генетической информации в клетках организма.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять полученные знания при исследовании биологических молекул;</li> <li>• предлагать или предполагать механизмы протекающих реакций.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания.</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Биоорганическая химия» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекции-беседы, проблемные лекции, групповой разбор ситуационных и экспериментальных химических задач.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **4 семестр (54 час)**

#### **Раздел I. Биомолекулы. Методы исследования биомолекул (12 час.)**

##### **Тема 1. Биомолекулы - основные структурные единицы биологических процессов (4 час.)**

Биоорганическая химия как наука о свойствах и функциях биомолекул. Биогенетические связи между биомолекулами. Биогенез. Анаболизм. Катаболизм. Метаболизм. Классификация биомолекул и их особенности. Место биоорганической химии в ряду других наук. Физико-химическая биология.

##### **Тема 2. Методы выделения биомолекул (4 час.)**

Традиционные, хроматографические и инструментальные методы выделения биомолекул. Классификация хроматографических методов. Гель-проникающая и афинная хроматография биомолекул. Мембранные методы разделения и выделения биомолекул. Электрофорез. Ультрацентрифугирование.

##### **Тема 3. Методы установления строения биомолекул (4 час.)**

Химические, спектральные, инструментальные и генетические методы установления строения биомолекул. Гидролиз и ферментализ. Метод перекрывающихся звеньев. Секвенирование. Окислительная дегградация биомолекул. Области применения УФ, ИК, ЯМР, масс-спектрометрии, рентгеноструктурного анализа при работе с биомолекулами.

#### **Раздел II. Белки и пептиды (22 час.)**

### **Тема 1. Аминокислоты – структурные единицы белков (4 час.)**

$\alpha$ -Аминокислоты как структурные единицы белков. Строение, номенклатура, классификация, физические и химические свойства аминокислот. Качественные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Аминокислоты в биосинтезе.

### **Тема 2. Пептиды (4 час.)**

Номенклатура и классификация пептидов. Общая формула пептидов. Особенности строения пептидной связи. Примеры пептидов. Биологическая роль пептидов. Основные подходы к синтезу пептидов.

### **Тема 3. Белки. Первичная структура (4 час.)**

Белки. Классификация и свойства белков. Первичная структура белков. Аминокислотный состав и аминокислотная последовательность. N- и C-концевой анализ. Методы установления первичной структуры пептидов и белков. Секвенирование.

### **Тема 4. Пространственная организация белков (4 час.)**

Конформации полипептидной цепи. Карты Рамачандрана. Вторичная, третичная и четвертичная структуры белка.

### **Тема 5. Биологическая роль белков (6 час.)**

Классификация белков, примеры белков с различной биологической функцией. Ферменты. Классификация ферментов. Код ферментов. Особенности ферментативной кинетики. Особенности процессов, протекающих в каталитическом центре ферментов. Краткий обзор других групп белков.

## **Раздел III. Нуклеиновые кислоты (20 час.)**

### **Тема 1. Компоненты нуклеиновых кислот (2 час.)**

Компоненты нуклеиновых кислот: нуклеиновые основания, сахара, остатки фосфорной кислоты. Основные нуклеозиды ДНК и РНК. Минорные нуклеозиды. Свободные нуклеозиды как физиологически активные и лекарственные вещества. 3'- и 5'-Нуклеотиды. Циклические нуклеотиды и их биологические роли. Трифосфаты нуклеозидов как исходные соединения в биосинтезе нуклеиновых кислот.

### **Тема 2. Строение и функции нуклеиновых кислот (4 час.)**

Классификация нуклеиновых кислот (типы ДНК и РНК). Биологическая роль нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Опыты Эвери и правила Чаргаффа. Двойная спираль Уотсона и Крика как основная вторичная структура ДНК. Комплементарность. Вторичные структуры других нуклеиновых кислот и пространственное строение т-РНК. Третичная структура



ДНК, нуклеосомы и хроматин. Тепловая денатурация ДНК. Температура плавления ДНК.

### **Тема 3. Биологические функции ДНК. Репликация (2 час.)**

Биологические функции ДНК. Репликация. Общая схема репликации. Этапы репликации. Ферменты, участвующие в репликации. Особенности репликации.

### **Тема 4. Полимеразная цепная реакция (2 час)**

Применение репликации «ин витро». Полимеразная цепная реакция. ДНК-секвенирование.

### **Тема 5. Биологические функции РНК. Транскрипция. (4 час.)**

Общая схема транскрипции. Этапы транскрипции. Регуляция транскрипции (оперон; промотор и предшествующие участки; оператор, репрессор, индуктор; терминация, аттенуация; энхансеры). мРНК у прокариот и эукариот; про-мРНК и ее превращение в зрелую мРНК (сплайсинг, кепирование, полиаденилирование).

### **Тема 6. Матричный синтез белка (трансляция) (4 час.)**

Этапы трансляции. Пост-трансляционные модификации белков.

### **Тема 7. Генетический код (2 час.)**

Особенности и свойства генетического кода.

## **5 семестр (54 час.)**

### **Раздел IV. Углеводы (22 час.)**

**Тема 1. Определение и классификация углеводов. Строение и свойства моносахаридов (10 час.).**

Определение углеводов. Классификация: моносахариды, олигосахариды, полисахариды. Биологические функции углеводов. Конфигурации, пространственное строение и краткий обзор химических свойств моносахаридов: реакции по гликозидному центру, реакции по гидроксильным группам, карбонильной группе. Наиболее распространенные природные моносахариды. Таутомерия моносахаридов.

### **Тема 2. Ди- и олигосахариды (6 час.).**

Невосстанавливающие и восстанавливающие ди- и олигосахариды. Современные методы структурного анализа углеводов на примере олигосахаридов. Работы школы академика Кочеткова.

### **Тема 3. Полисахариды (6 час.).**

Примеры структурных и резервных полисахаридов. Углеводы в фармакологии и биотехнологии. Полисахариды водорослей.

### **Раздел V. Липиды (16 час.)**

### **Тема 1. Определение и классификация липидов (4 часа).**

Определение липидов. Классификация: простые, сложные липиды, оксилепины. Биологические функции липидов. Простые липиды. Жирные кислоты.

### **Тема 2. Простые и сложные липиды (4 часа).**

Нейтральные сложные липиды – воска и триглицериды. Полярные сложные липиды. Гликолипиды.

### **Тема 3. Фосфолипиды (4 часа).**

Классификация и строение фосфолипидов. Строение и свойства биологических мембран.

### **Тема 4. Оксилепины (4 часа).**

Основные группы оксилепинов: простагландины, тромбоксаны и лейкотриены.

## **Раздел VI. Низкомолекулярные биорегуляторы (16 час.)**

### **Тема 1. Первичный и вторичный метаболизм (4 часа).**

Определение низкомолекулярных биорегуляторов. Примеры соединений различных классов с различными функциями. Первичный и вторичный метаболизм. Эндо- и экзометаболиты.

### **Тема 2. Гормоны (4 часа).**

Примеры структур гормонов и биологические функции.

### **Тема 3. Витамины и витаминоподобные вещества (4 часа).**

Понятие о витаминах. История открытия витаминов. Жирорастворимые витамины. Витамины А, Е, D. Другие жирорастворимые витамины. Водорастворимы витамины: группы В, С, Р, Н. Витминоподобные вещества.

### **Тема 4. Основные группы других вторичных метаболитов (4 часа).**

Изопреноиды (терпеноиды и стероиды), алкалоиды, полифенольные соединения, антибиотики. Примеры структур. Значение вторичных метаболитов для хемотерапии. Метаболомика.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Лабораторные работы (144 час.)**

### **Лабораторная работа № 1. Химические свойства и идентификация $\alpha$ -аминокислот, обнаружение специфических $\alpha$ -аминокислот в белках (8 час.)**

Проведение химических экспериментов, доказывающих свойства  $\alpha$ -аминокислот; проведение качественных реакций, с помощью которых можно обнаружить аминокислоты в растворах. Идентификация  $\alpha$ -аминокислот методом ТСХ.

### **Лабораторная работа № 2. Количественное определение белка в растворе (8 час.)**

Освоение методов количественного определения белка в растворах. Построение калибровочной кривой и определение концентрации белка по методу Лоури.

**Лабораторная работа № 3. Методы определения ферментативной активности (8 час.)**

Освоение методов определения ферментативной активности. Определение активности  $\beta$ -1,3-глюканазы спектрофотометрическим методом.

**Лабораторная работа № 4. Выделение и очистка белков (8 час.)**

Освоение методов выделения и очистки белков. Гельфильтрационная хроматография.

**Лабораторная работа № 5. Энзиматический синтез. Трансгликозилирующая активность глюканаз морских моллюсков (8 час.)**

Проведение реакции трансгликозилирования с помощью  $\beta$ -1,3-глюканазы морского моллюска. Идентификация «меченых» олигосахаридов методом ТСХ.

**Лабораторная работа № 6. Нуклеиновые кислоты и их структурные компоненты (8 час.)**

Проведение кислотного гидролиза дрожжей и идентификация компонентов нуклеиновых кислот с помощью качественных реакций.

**Лабораторная работа № 7. Электрофоретическое разделение нуклеотидных фрагментов в агарозном геле (8 час.)**

Освоение метода электрофоретического анализа. Определение длины нуклеотидных фрагментов.

**Лабораторная работа № 8. Методы количественного определения нуклеиновых кислот (8 час.)**

Освоение методов количественного определения нуклеиновых кислот. Разбор и решение различных типов экспериментальных задач. Вывод аминокислотной последовательности на основе последовательности гена.

**Лабораторная работа № 9. Структурные формы ДНК (8 час.)**

Освоение современных микрометодов работы с ДНК. Изучение конформационных форм ДНК, используя зависимость электрофоретической подвижности ДНК в агарозе от ее структурной формы. Изучение кинетики ферментативного перехода одной формы ДНК в другую. Практическое использование ферментативного гидролиза высокополимерной ДНК для оценки ферментативных свойств эндонуклеаз.

**Лабораторная работа № 10. Экстракция полисахаридов из растительного сырья (8 час.)**

Проведение экстракции полисахаридов из растительного сырья различными методами: холодная и горячая экстракция.

**Лабораторная работа № 11. Строение и свойства углеводов. Разделение полисахаридов бурых водорослей на гидрофобном носителе (8 час.)**

Проведение экспериментов, доказывающих свойства моно-, ди- и олигосахаридов. Освоение метода гидрофобной колоночной хроматографии; освоение фенол-сернокислого метода определения углеводов.

**Лабораторная работа № 12. Отдельные представители полисахаридов красных водорослей (8 час.)**

Освоение метода выделения каррагинана.

**Лабораторная работа № 13. Установление моносакхаридного состава полисахаридов (8 час.)**

Освоение методов установления моносакхаридного состава полисахаридов.

**Лабораторная работа № 14. Определение молекулярных масс полисахаридов (8 час.)**

Освоение методов определения молекулярной массы полисахаридов с использованием цветной реакции восстанавливающих сахаров с феррицианидом.

**Лабораторные работы № 15, 16. Определение цитотоксической и противоопухолевой активности БАВ (16 час.)**

Освоение методов определения цитотоксической и противоопухолевой активности биологически активных веществ.

**Лабораторная работа № 17. Иммуноферментный анализ (8 час.)**

Освоение метода ИФА.

**Лабораторная работа № 18. Определение гемолитической активности природных соединений (8 час.)**

Освоение метода определения гемолитической активности. Расчет степени гемолитической активности соединений.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биоорганическая химия» 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;

характеристику 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. Биомолекулы. Методы исследования биомолекул. Раздел II. Белки и пептиды Тема 1. Аминокислоты – структурные единицы белков Тема 2. Пептиды Тема 3. Белки. Первичная структура Тема 4. Пространственная организация белков Раздел III. Нуклеиновые кислоты Тема 1. Компоненты нуклеиновых кислот Тема 2. Строение и функции нуклеиновых кислот Раздел IV. Углеводы	ПК-1	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам №№1-18. Собеседование (УО-1). Коллоквиумы №1 и №2 (УО-2)	Экзаменационные вопросы №№1 – 9 (Введение), №№ 1-22 (Белки и пептиды), №№ 1-14 (Нуклеиновые кислоты), №№ 1-16 (Углеводы),
			Умеет	Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6). Тестовый контроль (ПР-1). Контрольные работы №№ 1, 2 (ПР-2).	
			Владеет	Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6). Тестовый контроль (ПР-1). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	
2.	Раздел II. Белки и пептиды Тема 5. Биологическая роль белков Раздел III. Тема 3. Биологические функции ДНК. Репликация Тема 4. Полимеразная цепная реакция Тема 5. Биологические функции РНК. Транскрипция. Тема 6. Матричный синтез белка (трансляция) Тема 7. Генетический код Раздел V. Липиды Раздел VI. Низкомолекулярные биорегуляторы	ПК-3	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам №№1-18. Собеседование (УО-1). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№23–29 (Белки и пептиды), №№ 15-22 (Нуклеиновые кислоты), №№ 1-3 (Липиды), №№ 1-6 (Низкомолекулярные биорегуляторы).
			Умеет	Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	
			Владеет	Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	

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, 2009, 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/bookread2.php?book=502950>

### **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. 2013 - 247 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698381&theme=FEFU>

6. Семенов, А. А. Очерк химии природных соединений / А. А. Семенов. - Новосибирск.: Наука, 2000. – 664 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:13478&theme=FEFU>

7. Еляков, Г.Б. Природные соединения. Синтез, химическое строение и биологическая активность: избранные труды / Г. Б. Еляков (под ред. В. А. Стоника). – Владивосток.: Дальнаука, 2007. - 351 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:265439&theme=FEFU>

8. Лабораторные работы по биоорганической химии : учебное пособие / (сост. : И. В. Чикаловец, В. В. Сова, О. И. Журавлева и др. ; науч. ред. В. А. Стоник).- Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета , 2010. - 59 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298267&theme=FEFU>

9. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. - М.: Дрофа, 1991. 2006. - 544 с.

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

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

#### **«Интернет»**

1. <http://e.lanbook.com/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://znanium.com/>
4. <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 «Биоорганическая химия».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Биоорганическая химия», 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 лабораторным 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 зачёт и экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Биоорганическая химия».

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 лабораторным 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 зачёту/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 опросу, коллоквиуму, тестированию, зачету и/или экзамену**

При подготовке к опросу, коллоквиуму, тестированию, зачету и/или экзамену воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Необходимо знать ответы на все вопросы коллоквиума, опроса, зачета и/или экзамена.

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, неумотительные 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.

#### **Подготовка к контрольной работе**

При подготовке к контрольной работе воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой, решите задачи по данной теме.

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

При подготовке к лабораторным работам просмотрите материалы лекций, рекомендованную литературу, а также методические рекомендации к лабораторным работам.

Лабораторный практикум начинается с вводного занятия, на котором преподаватель проводит подробный инструктаж по правилам техники безопасности при работе в данной лаборатории. К выполнению лабораторных работ допускаются только те студенты, которые усвоили требования по технике безопасности.

При подготовке к лабораторным работам в тетради для лабораторных работ необходимо описать краткую теорию, цель и ход лабораторной работы. Выполнить домашнее задание и ответить на вопросы к лабораторной работе.

Выполнение лабораторных работ состоит из следующих этапов:

1. Изучение теоретического материала и методики выполнения лабораторной работы по методическому пособию и рекомендуемой литературе к данной работе.

2. Изучение экспериментальной установки.

3. Получения у преподавателя допуска к выполнению лабораторной работы.

4. Выполнение эксперимента.

5. Обработки экспериментальных данных.

6. Оформление письменного отчета и сдача его на проверку преподавателю.

7. Ответы на контрольные вопросы по данной лабораторной работе.

Отчет по лабораторной работе должен включать следующие разделы:

1) название лабораторной работы, ее номер;

2) цель работы;

3) перечень используемых приборов, принадлежностей и оборудования;

4) расчетные формулы, характеристики используемых приборов;

5) таблицы с результатами измерений;

6) графическое представление результатов;

7) окончательный результат;

8) выводы по работе.

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

Мультимедийная лекционная аудитория (экран проекционный SENSSCREEN ES-431150 150\* настенно-потолочный моторизированный, покрытие Matte White, 4:3, размер рабочей поверхности 305\*229, проектор BenQ MW 526 E).

Для проведения лабораторных работ используются химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы.

Аквадистиллятор электрический "PHS AQUA" 10, холодильник "Samsung", коллектор фракций "BioRad - 2110", видеосистема гельдокументирующая GI, камера для горизонтального электрофореза Sub-Cell GT System, термостат твердотельный с таймером ТТ-2 "Термит", центрифуга MiniSpin "Eppendorf", ротационный испаритель "Hei-Vap", вакуумный

концентратор ScanSpeed MiniVac Alpha, весы Ohaus AX224RU, , центрифуга “Sigma 2-16”, магнитная мешалка “Heidolph“ MR 30001, жидкостной хроматограф “Shimadzu A20”, рН-метр MP220 Mettler Toledo, автоматические пипетки. Спектральная техника: спектрофотометр UV-VIS RS, спектрофотометр автоматический PowerWave, КД спектрограф Chirascan plus (Applied Photophysics, Англия), спектрофлуориметр RF-5301 PC (Shimadzu, Япония), ИК-спектрометр HEWLETT PACKARD Series 1110 MSD; газовый хроматограф Shimadzu GC2010plus.

Для самостоятельной работы используются читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox.

Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.



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

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ДФУ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Биоорганическая химия»  
Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
специализация «Медицинская 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.	2-6 неделя	Подготовка к контрольной работе № 1	5 часов	Контрольная работа (ПР-2)
2.	7-10 неделя	Подготовка к тестированию	6 часов	Тест-контроль (ПР-1)
3.	7-10 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума № 1	10 часов	Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)
4.	11-14 неделя	Подготовка к контрольной работе № 2	5 часов	Контрольная работа (ПР-2)
5	13-15 неделя	Подготовка к сдаче коллоквиума № 2	10 часов	Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)
6	16-18 неделя	Подготовка к экзамену	54 часа	Экзамен
7.	В течение семестра	Подготовка к собеседованию и выполнению экспериментальных заданий на лабораторных работах №№ 1-18, решение задач	120 часов	Опрос/собеседование перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
8.	15-18 неделя	Подготовка к зачету	24 часа	Зачет
9.	15-18 неделя	Подготовка к	54 часа	Экзамен

		экзамену		
--	--	----------	--	--

### **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, к контрольным работам, тестированию, зачету и 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 объём осознанного материала по дисциплине.

##### **Подготовка к опросу, собеседованию**

При подготовке к опросу, собеседованию 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 контрольной работе, тест-контролю, зачету и экзамену**

При подготовке к контрольной работе, тест-контролю, зачету и экзамену воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой. Примерные вопросы и задачи теста и контрольных работ, а также вопросы к зачету и экзамену находятся в приложении 2.

#### **Критерии оценивания контрольной работы:**

##### **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, опiski).

##### **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.

### **Тест оценивается по следующим критериям:**

- Оценка «отлично» ставится за 90-100 % правильных ответов.
- Оценка «хорошо» ставится за 80-89,9 % правильных ответов
- Оценка «удовлетворительно» ставится за 70-79,9 % правильных ответов.
- Оценка «неудовлетворительно» ставится при наличии менее 70 % правильных ответов или при отказе обучающегося пройти тестовый контроль.

### **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.

Задание на дом к лабораторным работам №№ 1-5

1. Почему водный раствор аспарагиновой кислоты изменяет окраску синей лакмусовой бумаги (зона перехода к красной окраске при pH 5), а водный раствор аспарагина - не изменяет?

2. Напишите уравнение электролитической диссоциации валина и рассчитайте изоэлектрическую точку для этой аминокислоты, если  $pK_a$  ( $-\text{COOH}$ ) = 2,3,  $pK_a$  ( $-\text{NH}_3^+$ ) = 9,6.

3. Напишите уравнение электролитической диссоциации лизина и рассчитайте изоэлектрическую точку для этой аминокислоты, если  $pK_{a1}$  ( $-\text{COOH}$ ) = 2,2,  $pK_{a2}$  ( $\alpha\text{C}: -\text{NH}_3^+$ ) = 9,0,  $pK_{a3}$  ( $\text{R}: -\text{NH}_3^+$ ) = 10,5.

4. Методом ионообменной хроматографии были разделены  $\alpha$ -аминокислоты в следующих парах: аргинин и валин, глутаминовая кислота и гистидин, аспарагиновая кислота и аланин. Определите, какая аминокислота в каждой паре будет первой элюироваться при пропускании через хроматографическую колонку буферного раствора с pH 7,5.

5. На примере реакции N-ацетилирования валина объясните, почему эта реакция может использоваться для защиты аминогруппы. Напишите схему реакции и опишите механизм.

6. Почему в классическом синтезе пептидов на стадии получения смешанного ангидрида при взаимодействии с этил-хлорформиатом используют N-защищенную  $\alpha$ -аминокислоту? Напишите схему реакции взаимодействия N-ацетилированного фенилаланина с этилхлорформиатом.

7. В ходе биотрансформации никотиновой кислоты происходит ее взаимодействие с глицином. Напишите схему реакции образования соединения, содержащего амидную связь.

8. Напишите схему реакции ацилирования  $\alpha$ -аланина карбобензоксихлоридом. Почему в полученном соединении значительно понижены нуклеофильные свойства замещенной аминогруппы?

9. Какое соединение образуется при взаимодействии валина с формальдегидом? Напишите схему реакции и укажите, по какому механизму она протекает. Какое практическое значение имеет эта реакция?

10. Напишите схему реакции взаимодействия тирозина с формальдегидом. Объясните, почему в этой реакции аминогруппа в молекуле тирозина проявляет более сильные нуклеофильные свойства по сравнению с фенольной гидроксильной группой.

11. Напишите схему реакции взаимодействия  $\alpha$ -аланина с бензальдегидом. Какое из участвующих в реакции соединений выполняет роль нуклеофильного реагента?

12. Какая из функциональных групп молекулы серина участвует во взаимодействии с фенилизотиоцианатом? Напишите схему реакции и укажите, по какому механизму она протекает.

13. Состав  $\alpha$ -аминокислот белковых гидролизатов анализируют методом ГЖХ в виде их сложно-эфирных производных, обладающих летучестью. Напишите схему реакции получения метиловых эфиров смеси лейцина и изолейцина.

14. При длительном хранении водных растворов цистеина на воздухе выпадает осадок цистина. Напишите схему происходящей реакции.

15. Напишите схему реакции трансаминирования тирозина и  $\alpha$ -оксоглутаровой кислоты. Опишите химическую основу действия кофермента пиридоксальфосфата в ходе этой реакции.

16. В организме больных сахарным диабетом пировиноградная кислота превращается в ацетоуксусную. Учитывая возможность образования пировиноградной кислоты в результате реакции трансаминирования, определите, какая  $\alpha$ -аминокислота вступала в эту реакцию. Напишите схему реакции.

17. Избыток аммиака, оказывающего токсическое действие на клетки головного мозга, удаляется за счет взаимодействия с глутаминовой кислотой. Какая  $\alpha$ -оксокислота служит источником для ее получения?

18. Из какого субстрата путем декарбоксилирования образуется в организме нейромедиатор серотонин (5-гидрокситриптамин)? Напишите схему реакции с участием пиридоксальфосфата.

19. Для синтеза пантотеновой кислоты (витамин В<sub>3</sub>) необходим  $\beta$ -аланин (3-аминопропановая кислота). Из какой  $\alpha$ -аминокислоты путем декарбоксилирования образуется  $\beta$ -аланин? Почему при монодекарбоксилировании субстрата *in vitro* возникает  $\beta$ -аланин, а не  $\alpha$ -аланин?

20. Напишите схему реакции декарбоксилирования лизина *in vitro*. Какой диамин получается в результате этой реакции?

21. Какое соединение получится при действии азотистой кислотой на L- $\alpha$ -аланин. Напишите схему реакции и определите, обладает ли полученный продукт оптической активностью.

22. Напишите схему реакции дезаминирования фенилаланина *in vitro*. Назовите полученный продукт.

23. Какая гидроксикислота получается при взаимодействии L-аспарагиновой кислоты с азотистой кислотой? Напишите схему реакции.

24. Каким образом с помощью реакции дезаминирования *in vitro* можно различить растворы глицина и лизина равной концентрации? Напишите схему реакции дезаминирования лизина.

25. Какие типы органических кислот образуются при дезаминирования  $\alpha$ -аминокислот *in vitro* и окислительном дезаминировании *in vivo*?

26. Какое соединение образуется в результате окислительного дезаминирования N-ацетиллизина? Напишите схему реакции.

27. Напишите структурные формулы энкефалинов: Tyr-Gly-Gly-Phe-Met, Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu, назовите эти пептиды по номенклатуре, укажите N- и C-концы молекул.

28. Напишите уравнения реакций с помощью которых можно синтезировать трипептид Val-Leu-Gly.

29. Установите аминокислотную последовательность пептида аминокислотный состав которого: Pro, Gly, Lys, Ala, Trp, Tyr (в эквимолярном соотношении), полученного при триптическом гидролизе белка, если после первого шага деградации по Эдману пептид содержал: Pro, Lys, Ala, Trp, Tyr, после второго - Pro, Lys, Ala, Tyr, после третьего - Lys, Ala, Tyr, после четвертого - Lys, Ala.

30. При триптическом гидролизе полипептида получены пептиды следующего строения: AGMSK, SV, IVEMAR, а при обработке бромцианом – AGM, SKIVEM и ARSV. Выведите первичную структуру исходного полипептида.

31. В гидролизате пептида найдены ала, глу, фен, тир, гли, лиз, лей, мет, вал и NH<sub>3</sub> в эквимолярном соотношении. При обработке пептида дансилхлоридом выявлен ДНС-аланин, гидразином - лейцин. В химотриптическом гидролизате обнаружено три пептида: первый содержит лей, вал; второй - мет, глу, лиз, тир; третий – фен, гли, ала. При обработке исходного пептида глутаминовой протеазой обнаружено два пептида: первый содержит мет, гли, фен, ала, глу; второй – тир, вал, лей. Выведите на основании всей совокупности данных аминокислотную последовательность исходного пептида.

Задание на дом к лабораторным работам №№ 6-9

1. Что такое ДНК и РНК? Виды РНК.
2. Что представляют собой мононуклеотиды? Каковы продукты их гидролиза?
3. Качественные реакции на составные части нуклеиновых кислот.
4. Как соединяются между собой мононуклеотиды в молекулах нуклеиновых кислот?
5. Напишите формулы всех таутомерных форм гуанина.

6. При дезаминировании аденина образуется гипоксантин. Напишите уравнение реакции.

7. Напишите реакции нитрования цитозина и бромирования гуанина. По какому механизму они протекают?

8. Предскажите аминокислотную последовательность полипептида, полученного в результате рибосомального синтеза в присутствии следующих матриц, считая, что считывание начинается с первого нуклеотида на левом конце:

- a) GGU CAG UCG CUC CUG AUU
- b) UUG GAU GCG CCA UAA UUU GCU
- c) CAU GAU GCC UGU UGC UAC
- d) AUG GAC GAA

9. Транскрибируемая цепь двухцепочечной ДНК имеет последовательность: 5'-СТТААСАССССТГАСТТСТСГСГССГТСТСГ-3'. Напишите последовательность мРНК, транскрибируемой с этой цепи. Какая аминокислотная последовательность могла бы кодироваться данной последовательностью при считывании с 5'-конца?

10. Предложите несколько вариантов структур мРНК, кодирующих участок белка - Leu-Met-Tyr.

11. мРНК имеет последовательность 5'-ACUCACGGACGAACG-3'. Напишите последовательности антикодонов тРНК и аминокислотную последовательность, которую можно транслировать с этого фрагмента цепи.

12. Некодирующая цепь ДНК имеет последовательность 5'-ССАГАТСТАТАТСА-3'. Какая аминокислотная последовательность закодирована этим фрагментом, если читать с первого нуклеотида?

#### Задание на дом к лабораторным работам №№ 10-14

1. Напишите формулы в проекциях Фишера и Хеуорса эпимеров D-ксилозы по C2 и по C3. Назовите их.

2. Напишите формулы (в проекциях Фишера и Хеуорса) энантиомера D-маннозы.

3. Напишите химические реакции, характерные для моносахаридов на примере D-галактозы.

4. Напишите структурные формулы восстанавливающих дисахаридов: мальтозы, целлобиозы и лактозы, уравнения их гидролиза. Назовите полученные в результате гидролиза продукты.

5. Напишите формулу сахарозы и реакцию ее гидролиза. Назовите продукты реакции.

6. Напишите структурную формулу целлюлозы и реакцию метилирования с последующим гидролизом.

7. Декстраны построены из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы. Основным типом связи является  $\alpha$ -1,6-, а в местах разветвлений  $\alpha$ -1,4-,  $\alpha$ -1,3-, реже  $\alpha$ -1,2-гликозидные связи. Напишите структурную формулу.

8. Хитин - неразветвленный полисахарид, построенный из остатков N-ацетил-D-глюкозамина, связанных  $\beta$ -1,4-гликозидными связями. Напишите структурную формулу.

9. Напишите структурную формулу пектовой кислоты – линейного полисахарида, построенного из остатков D-галактуроновой кислоты, связанных  $\alpha$ -1,4-гликозидными связями.

10. Напишите структурную формулу гетерополисахарида, состоящего из глюкуроновой кислоты и 4-сульфат-N-ацетил-D-галактозамина, если внутри биозного фрагмента  $\beta$  – 1,3, а между биозными фрагментами -  $\beta$  -1,4 гликозидная связь. Назовите полученный полисахарид.

Задание на дом к лабораторным работам №№ 15-18.

1. Что такое гемолиз?
2. Чем обусловлен гемолиз, когда он возникает?
3. Каковы причины гемолиза как патологического явления?
4. Что такое гемолитическая активность вещества, какова природа веществ, обладающих гемолитической активностью?
5. Каким методом можно определить гемолитическую активность?
6. Для чего рассчитывают концентрацию вещества, при которой наблюдается 50% гемолиз?

#### **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»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ДВФУ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Биоорганическая химия»**

**Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

**специализация «Медицинская химия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2017**

## I. Паспорт оценочных средств по дисциплине «Биоорганическая химия»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные этапы проведения химического эксперимента.</li> <li>• Основные методы исследования химических веществ и реакций.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Спланировать и провести химический эксперимент.</li> <li>• Подобрать методы для исследования химических веществ.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</li> </ul>
Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1)	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методологию проведения структурно-функциональных исследований биологически активных соединений различных классов.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками обращения с химическими реактивами, посудой, с приборами.</li> </ul>
Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы структурной организации и функционирования биомолекул;</li> <li>• основные этапы передачи генетической информации в клетках организма.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Применять полученные знания при исследовании биологических молекул;</li> <li>• предлагать или предполагать механизмы протекающих реакций.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания.</li> </ul>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Раздел I. Биомолекулы. Методы исследования биомолекул. Тема 1. Биомолекулы - основные структурные единицы биологических процессов. Тема 2. Методы выделения биомолекул Тема 3. Методы установления строения биомолекул Раздел II. Белки и пептиды Тема 1. Аминокислоты – структурные единицы белков Тема 2. Пептиды	ОПК 2 ПК-1	Знает	Проверка готовности к лабораторным работам №№1-18. Собеседование (УО-1). Сдача коллоквиумов №1 и №2 (УО-2) (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).	Экзаменационные вопросы №№1 – 9 (Введение), №№ 1-22 (Белки и пептиды), №№ 1-14 (Нуклеиновые кислоты), №№ 1-16 (Углеводы),
	Умеет	Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6).			

	<p>Тема 3. Белки. Первичная структура</p> <p>Тема 4. Пространственная организация белков</p> <p>Раздел III. Нуклеиновые кислоты</p> <p>Тема 1. Компоненты нуклеиновых кислот</p> <p>Тема 2. Строение и функции нуклеиновых кислот</p> <p>Раздел IV. Углеводы</p> <p>Тема 1. Определение и классификация углеводов. Строение и свойства моносахаридов</p> <p>Тема 2. Ди- и олигосахариды</p> <p>Тема 3. Полисахариды</p>		Владеет	Тестовый контроль (ПР-1). Контрольные работы №№ 1, 2 (ПР-2).	
				Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР-6). Тестовый контроль (ПР-1). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	
2.	<p>Раздел II. Белки и пептиды</p> <p>Тема 5. Биологическая роль белков</p> <p>Раздел III. Тема 3. Биологические функции ДНК. Репликация</p> <p>Тема 4. Полимеразная цепная реакция</p> <p>Тема 5. Биологические функции РНК. Транскрипция.</p> <p>Тема 6. Матричный синтез белка (трансляция)</p> <p>Тема 7. Генетический код</p> <p>Раздел V. Липиды</p> <p>Тема 1. Определение и классификация липидов</p> <p>Тема 2. Простые и сложные липиды</p> <p>Тема 3. Фосфолипиды</p> <p>Тема 4. Оксилепины</p> <p>Раздел VI. Низкомолекулярные биорегуляторы</p> <p>Тема 1. Первичный и вторичный метаболизм</p> <p>Тема 2. Гормоны</p> <p>Тема 3. Витамины и витаминоподобные вещества.</p> <p>Тема 4. Основные группы других вторичных метаболитов</p>	ОПК 2 ПК-3	Умеет	Проверка готовности к лабораторным работам №№1-18. Собеседование (УО-1). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№23–29 (Белки и пептиды), №№ 15-22 (Нуклеиновые кислоты), №№ 1-3 (Липиды), №№ 1-6 (Низкомолекулярные биорегуляторы).
				Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР -6). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	
				Проверка отчетов по лабораторным работам №№1-18, (ПР-6). Контрольные работы №№ 1,2 (ПР-2).	

## II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Биоорганическая химия»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
Владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования	знает (пороговый уровень)	Современные методы поиска научной информации, методы выделения природных соединений, исследования их	Знание основных правил выполнения экспериментальных работ, определений и терминов, составляющих основу методов изучения природных	Способность сформулировать основные правила выполнения экспериментальных работ, определений и терминов, составляющих основу методов изучения

химических веществ и реакций (ОПК-2)		свойств, химической структуры и биологической активности.	соединений.	природных соединений.
	умеет (продвинутой)	Применять теоретические знания для проведения химических экспериментов по выделению и исследованию природных веществ.	Умение применять на практике знания правил проведения химического эксперимента и основных синтетических и аналитических методов изучения природных веществ.	Способность использовать теоретические знания для выполнения экспериментов по выделению и исследованию природных веществ.
	владеет (высокий)	Практическими навыками химического эксперимента и основными методами получения и исследования природных веществ.	Владение теоретическими знаниями в области синтетических и аналитических методов и практических навыков экспериментов по выделению и исследованию природных веществ.	Способность применять знания правил проведения химических экспериментов и основ синтетических и аналитических методов для выделения и исследования природных веществ.
Способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1)	знает (пороговый уровень)	Основы информатики и современных информационных технологий	знание методов и подходов для проведения структурно-функциональных исследований биологически активных соединений различных классов	способность подобрать подходы для проведения структурно-функциональных исследований биологически активных соединений различных классов
	умеет (продвинутой)	определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	умение определять цель и задачи исследования, планировать и осуществлять экспериментальное исследование	способность самостоятельно планировать и осуществлять экспериментальное исследование

	владеет (высокий)	навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками обращения с химическими реактивами, посудой, с приборами.	владение навыками поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками обращения с химическими реактивами, посудой, с приборами.	способность осуществлять поиск и критический анализ информации по тематике проводимых исследований; планировать научное исследование, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы.
Владение системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания (ПК-3).	знает (пороговый уровень)	принципы структурной организации и функционирования биомолекул; Основные этапы передачи генетической информации в клетках организма.	знание принципов структурной организации и функционирования биомолекул; имеет представление об основных этапах передачи генетической информации в клетках организма.	способность написания структурных формул биомолекул; способность дать объяснения процессам, лежащим в основе функционирования биомолекул; способность перечислить и раскрыть суть процессов передачи генетической информации в клетках организма.
	умеет (продвинутый)	применять полученные знания при исследовании биологических молекул; предлагать или предполагать механизмы протекающих реакций.	умение применять полученные знания при исследовании биологических молекул; Умение предлагать или предполагать механизмы протекающих реакций.	способность проводить поиск научной информации для планирования эксперимента; способность аргументировано предлагать или предполагать механизмы протекающих реакций.
	владеет (высокий)	базовыми знаниями, необходимыми для интерпретации полученных результатов.	владение теорией химии природных соединений, знанием принципов современных экспериментальных методов, способностью спланировать исследование для достижения поставленной цели.	способность применять знания в области химии природных соединений и принципов современных методов исследования в самостоятельном планировании и проведении экспериментальных работ.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Биоорганическая химия»**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Биоорганическая химия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Биоорганическая химия» предусмотрен экзамен (4, 5 семестры) и зачет (5 семестр). Экзамен и зачет проводятся в устной форме: экзамен - устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных билетов и решения задачи, зачет – устный опрос в форме собеседования.

### **Вопросы к экзамену**

1. Предмет и задачи биоорганической химии. Ее связь с другими науками. Современные задачи биоорганической химии

2. Классификация биомолекул, функции биомолекул и их особенности.

3. Происхождение биомолекул. Биогенез. Анаболизм. Катаболизм. Метаболизм.

4. Традиционные методы выделения биомолекул (экстракция, фильтрация, обратный осмос, диализ, осаждение, кристаллизация).

5. Хроматографические методы выделения природных соединений: классификация хроматографических методов; колоночная хроматография, плоскостная (фронтальная) хроматография; гельфильтрационная хроматография, аффинная хроматография.

6. Инструментальные методы выделения природных соединений (электрофорез, ультрацентрифугирование).

7. Химические методы определения строения природных соединений (гидролитическое расщепление, секвенирование, окислительная и восстановительная деградация, синтез).

8. Спектральные методы установления строения природных соединений (УФ-, ИК-, ЯМР-, КД- спектроскопия).

9. Инструментальные методы установления строения природных соединений (масс-спектрометрия).

### **Белки и пептиды**

1. Аминокислоты. Строение, номенклатура, классификация, физические и химические свойства аминокислот. Электролитическая диссоциация аминокислот, изоэлектрическая точка. Качественные реакции аминокислот. Аминокислоты в биосинтезе.

2. Пептиды. Строение. Номенклатура и классификация пептидов. Особенности строения пептидной связи. Изоэлектрическая точка. Группы пептидов, биороль.
3. Физические и химические свойства пептидов.
4. Принципы синтеза пептидов.
5. Белки. Определение. Общая формула. Классификация и свойства белков.
6. Уровни организации белковых молекул: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка.
7. Аминокислотный состав. Методы определения аминокислотного состава.
8. Определение N-концевых аминокислот в белках и пептидах.
9. Определение C-концевых аминокислот в белках и пептидах.
10. Методы определения аминокислотной последовательности белков и пептидов.
11. Секвенирование (определение аминокислотной последовательности) белков и пептидов.
12. Вторичная структура белка. Типы спиралей и  $\beta$ -листов, неупорядоченная структура.
13. Третичная структура белка. Типы взаимодействий, стабилизирующих третичную структуру.
14. Четвертичная структура белка. Примеры, биороль.
15. Ферменты. Общие свойства ферментов и химических катализаторов небелковой природы.
16. Отличительные признаки ферментативного и химического катализа.
17. Классификация, строение и номенклатура ферментов. Код ферментов. Активность ферментов.
18. Влияние температуры на активность фермента.
19. Влияние pH на активность фермента.
20. Особенности кинетики ферментативных реакций. Уравнение и константа Михаэлиса.
21. Активный центр фермента. Особенности процессов, протекающих в активном центре ферментов.
22. Специфичность ферментов. Модель «ключ-замок». Модель индуцированного соответствия.
23. Биологические функции белков.
24. Сократительные белки.



25. Белки соединительной ткани (коллаген).
26. Белки-гормоны
27. Защитные белки
28. ДНК – связывающие белки.
29. Мембранные белки.

### **Нуклеиновые кислоты**

1. Нуклеиновые основания, строение, химические свойства
2. Рибонуклеозиды. Строение, химические свойства
3. Дезоксирибонуклеозиды. Строение, химические свойства
4. Нуклеотиды РНК. Строение, химические свойства
5. Нуклеотиды ДНК. Строение, химические свойства
6. Аденозинтрифосфорная кислота. Структура и биологическая роль.
7. Нуклеиновые кислоты и их функции.
8. ДНК – первичная, вторичная и третичная структура.
9. РНК – первичная, вторичная и третичная структура (на примере транспортных РНК)
10. Правила Чаргаффа. Комплементарность: биологическое значение.
11. Методы определения нуклеотидной последовательности.
12. Установление последовательности нуклеотидов методом Максама-Гилберта.
13. Установление последовательности нуклеотидов методом терминации цепей (метод Сенгера). Применение метода Сенгера в автоматическом режиме.
14. Тепловая денатурация нуклеиновых кислот. Температура плавления ДНК.
15. Основная догма молекулярной биологии. Передача генетической информации. Матричные синтезы
16. Репликация, как матричный синтез. Доказательства полуконсервативного пути репликации.
17. Уравнение реакции, основные компоненты и этапы репликации, точка *ori*, репликон, репликативная вилка, фрагменты Оказаки.
18. Репликация *in vitro*. Полимеразная цепная реакция - определение, основные этапы, компоненты реакции, применение.
19. Транскрипция. Уравнение реакции, основные компоненты и этапы транскрипции. РНК-полимераза, особенности строения и функции.
20. Созревание транскриптов и сплайсинг.
21. Трансляция. Основные этапы трансляции. Адапторная функция тРНК. Полирибосомы. Сворачивание и процессинг белка.

## 22. Генетический код. Свойства генетического кода.

### **Углеводы**

1. Углеводы. Определение, классификация и функции углеводов.
2. Моносахариды ряда D-глюкозы.
3. Пространственное строение моносахаридов. Диастереомеры, эпимеры, энантиомеры.
4. Мутаротация и кольчатоцепная таутомерия моносахаридов.
5. Реакции моносахаридов по гидроксильным группам. Реакции моносахаридов по карбонильной группе. Гликозиды.
6. Дисахариды. Примеры восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.
7. Структура, химические свойства и биороль лактозы.
8. Гомо- и гетерополисахариды. Определения, примеры, функции.
9. Крахмал: амилоза и амилопектин. Гликоген. Строение и биороль.
10. Целлюлоза. Строение молекулы, биороль.
11. Гиалуроновая кислота. Строение молекулы, биороль.
12. Хондраитинсульфат. Строение молекулы, биороль.
13. Определение строения олигосахаридов.
14. Полисахариды водорослей. Использование полисахаридов морских водорослей.
15. Галактаны красных водорослей: агары и каррагинаны. Строение и биороль.
16. Основные полисахариды бурых водорослей: фукоиданы и альгиновые кислоты, строение и биороль.

### **Липиды**

1. Определение и классификация липидов.
2. Биологические функции липидов. Простые липиды. Жирные кислоты.
3. Фосфолипиды. Строение и свойства биологических мембран.

### **Низкомолекулярные биорегуляторы**

1. Определение низкомолекулярных биорегуляторов.
2. Первичный и вторичный метаболизм. Эндометаболиты.
3. Примеры структур гормонов и биологические функции.
4. Экзометаболиты. Витамины. Авитаминозы и гипервитаминозы.
5. Изопреноиды (терпеноиды и стероиды), алкалоиды, полифенольные соединения, антибиотики. Примеры структур.
6. Значение вторичных метаболитов для хемотерапии. Метаболомика.

## Образцы экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Биоорганическая химия

Форма обучения очная

Семестр 5

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

### Экзаменационный билет № 1

1. Традиционные методы выделения биомолекул (экстракция, фильтрация, обратный осмос, диализ, осаждение, кристаллизация).

2. Ферменты. Общие свойства ферментов и химических катализаторов небелковой природы. Отличительные признаки ферментативного и химического катализа.

3. Транскрибируемая цепь ДНК содержит последовательность: 5'-ATCGGACCGGTGAAA-3'. Напишите последовательность второй цепи ДНК, а также последовательность мРНК, которая получается при транскрипции.

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_

М.П. (школы)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Школа естественных наук

ООП 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Биоорганическая химия

Форма обучения очная

Семестр 5

Реализующая кафедра: Биоорганической химии и биотехнологии

## Экзаменационный билет № 2

1. Химические методы определения строения природных соединений: гидролитическое расщепление связей в биополимерах.

2. Нуклеиновые кислоты и их функции.

3. Аминокислотная последовательность полипептида следующая: AGHRLTKSWVMKPSA. Напишите, какие пептиды получатся при триптическом гидролизе и при расщеплении бромцианом.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

М.П. (школы)

### Критерии выставления оценки студенту на зачёте/экзамене по дисциплине «Биоорганическая химия»

#### Оценка «Отлично»/ «зачтено»

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»/ «зачтено»

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

#### Оценка «Удовлетворительно»/ «зачтено»

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»/ «не зачтено»

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 «Биоорганическая химия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Биоорганическая химия» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседования, контрольных работ, тест-контроля) 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.

### **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.

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

Лабораторные работы №№ 1-5.

1. Почему раствор  $\alpha$ -аланина не изменяет окраску индикаторной бумаги? Приведите строение  $\alpha$ -аланина в виде диполярного иона.
2. Напишите схему реакции взаимодействия  $\alpha$ -аланина с гидроксидом натрия. Почему в ходе реакции исчезает малиновая окраска раствора?
3. Напишите схему реакции взаимодействия  $\alpha$ -аланина с хлороводородной кислотой. Почему в ходе реакции изменяется окраска индикатора?
4. Напишите схему реакции образования комплексной соли глицина.
5. Почему не происходит выпадение осадка при добавлении раствора гидроксида натрия к продукту взаимодействия глицина с карбонатом меди (II)?

6. Какая окраска характерна для растворов комплексных солей меди (II) с  $\alpha$ -аминокислотами?
7. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом.
8. Какую функциональную группу в молекуле глицина «связывает» формальдегид? Как это отражается на изменении окраски индикатора?
9. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с азотистой кислотой. Какой тип органических кислот образуется в результате таких реакций с аминокислотами?
10. Какой газообразный продукт образуется в результате реакции дезаминирования при действии азотистой кислоты?
11. Какое практическое применение имеет реакция взаимодействия  $\alpha$ -аминокислот с азотистой кислотой?
12. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с нингидрином.
13. Можно ли пробу с нингидрином использовать для количественного анализа аминокислот спектрофотометрическим методом?
14. Можно ли без предварительного гидролиза обнаружить белки, используя пробу с нингидрином?
15. Напишите схему реакции взаимодействия тирозина с азотной кислотой.
16. Какой структурный фрагмент молекулы  $\alpha$ -аминокислоты выявляется с помощью ксантопротеиновой реакции?
17. Почему при добавлении раствора аммиака происходит углубление окраски?
18. Напишите схему образования сульфида свинца (II) при взаимодействии цистеина и ацетата свинца (II) в щелочной среде.
19. По результатам опыта охарактеризуйте растворимость сульфида свинца (II) в воде.
20. Какое практическое применение имеет эта реакция?
21. Напишите схему биуретовой реакции.
22. Можно ли с помощью биуретовой реакции различить раствор  $\alpha$ -аминокислоты и раствор белка?
23. Какой структурный фрагмент белковой молекулы обнаруживается с помощью биуретовой реакции?
24. По какому внешнему признаку судят о положительной биуретовой реакции?
25. Каким методом можно разделить свободные  $\alpha$ -аминокислоты?
26. Каким способом проводят идентификацию при хроматографическом разделении  $\alpha$ -аминокислот на пластинке с закрепленным слоем?

27. Чем обусловлены максимумы поглощения растворов белков при 190 и 280 нм соответственно?
28. Молярный коэффициент экстинкции, размерность.
29. Удельный показатель поглощения, размерность.
30. Преимущества и недостатки спекрофотометрического метода определения концентрации белков.
31. Какие реакции лежат в основе метода Лоури?
32. Преимущества и недостатки (ограничения) метода Лоури.

#### Лабораторные работы №№ 6-9.

1. Что такое ДНК и РНК? Виды РНК.
2. Что представляют собой мононуклеотиды? Каковы продукты их гидролиза?
3. Качественные реакции на составные части нуклеиновых кислот.
4. Как соединяются между собой мононуклеотиды в молекулах нуклеиновых кислот?
5. Основные принципы электрофореза.
6. Основные компоненты для проведения электрофореза нуклеиновых кислот в агарозном геле.
7. Опишите методы количественного определения НК.
8. На чем основаны методы количественного определения НК?
9. Какие продукты получаются при щелочном гидролизе НК?
10. Какие продукты получаются при кислотном гидролизе НК?
11. Какие продукты получаются при ферментативном гидролизе НК?
12. Какие матричные синтезы Вам известны?
13. Основные этапы и принципы репликации. Репликационная вилка.
14. Основные этапы и принципы транскрипции.

#### Лабораторные работы № 10-14.

1. Какая функциональная группа глюкозы проявляет восстанавливающие свойства?
2. Какие свойства глюкозы проявляются в реакции «серебряного зеркала»?
2. По какому признаку дисахариды делят на восстанавливающие и невосстанавливающие?
3. Напишите реакцию гидролиза мальтозы, являющейся структурной единицей крахмала. В какой среде происходит эта реакция? Какой моносахарид получается в результате полного гидролиза крахмала?

4. Объясните, почему положительная проба Троммера свидетельствует о полном гидролизе крахмала?

## **II. Письменные работы**

1. Тест (ПР-1) (Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося) - Фонд тестовых заданий.

2. Контрольная работа (ПР-2) (Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) - Комплект контрольных заданий по вариантам.

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

### **Тестовые задания для текущей проверки**

#### **Тест-контроль по теме: «Химия углеводов»**

1. Функции углеводов в организме многочисленные, но наиболее важные из них:

- а) энергетическая;
- б) защитная;
- в) гомеостатическая;
- г) структурная.

2. По числу атомов углерода в молекуле моносахариды классифицируются на:

- а) триозы;
- б) тетрозы;
- в) пентозы;
- г) фуранозы;
- д) гексозы;
- е) гептозы.

3. К гетерополисахаридам относятся:

- а) целлюлоза;
- б) гиалуроновая кислота;
- в) хондроитинсульфаты;
- г) декстраны;
- д) хитин.

4. К пентозам относятся следующие моносахариды:

- а) рибулоза;



- б) рибоза;
- в) ксилулоза;
- г) арабиноза;
- д) дезоксирибоза;
- е) ксилоза.

5. К дисахаридам относятся:

- а) сахароза;
- б) мальтоза;
- в) глюкоза;
- г) лактоза;
- д) целлюлоза.

6. Углеводы – это:

- а) многоатомные спирты, содержащие в своем составе спиртовую, альдегидную или кетогруппу;
- б) органические молекулы, в состав которых входит несколько остатков аминокислот, связанных пептидной связью;
- в) сложные эфиры жирных кислот и различных спиртов.

7. Вещества, образующиеся при частичном гидролизе крахмала или гликогена:

- а) гепарин;
- б) сахароза;
- в) декстрины.

8. Моносахарид, восстанавливающий металлы из их оксидов; является основным источником энергии:

- а) рибоза;
- б) глюкоза;
- в) фруктоза.

9. Дисахарид, который служит основным источником углеводов при естественном вскармливании у новорожденных:

- а) сахароза;
- б) мальтоза;
- в) лактоза;
- г) целлобиоза.

10. Полисахарид животного мира; в значительном количестве накапливается в печени и мышечной ткани; способен расщепляться до глюкозы, восстанавливая ее уровень в крови:

- а) гепарин;

- б) гликоген;
- в) клетчатка;
- г) гиалуроновая кислота;
- д) хондронтинсульфаты;
- е) крахмал.

**Контрольная работа по теме: «Биомолекулы - основные структурные единицы биологических процессов, методы исследования биомолекул. Белки и пептиды»**

**Типовые задания:**

1. Что изучает биоорганическая химия? Биохимия?
2. Напишите уравнение электролитической диссоциации фенилаланина и рассчитайте изоэлектрическую точку для этой аминокислоты, если  $pK_a (-COOH) = 1,8$ ,  $pK_a (-NH_3^+) = 9,1$ .
3. Глицилвалилгистидин подвергли действию динитрофторбензола, а затем полученный продукт гидролизовали соляной кислотой, напишите уравнения реакций. Для чего используются эти реакции? Укажите N- и C-концы молекулы.
4. Что является подвижной и неподвижной фазой при капиллярной газо-жидкостной хроматографии? При жидкостной хроматографии?
5. Напишите реакции, с помощью которых можно синтезировать серилаланин.
6. При химотриптическом гидролизе полипептида получены пептиды следующего строения: MKHEGI, GVF, LEALW, а при обработке глутаминовой протеазой – ALWMKHE, GVFL и GI. Выведите первичную структуру исходного полипептида. Какие полипептиды будут образовываться при расщеплении этого полипептида бромцианом?
7. Вторичная структура белка.
8. Третичная структура белка. Какие виды взаимодействий стабилизируют третичную структуру белка?
9. К какому классу ферментов относится эписмераза? Что показывает константа Михаэлиса для фермента?
10. Биологические функции белков. Приведите примеры белков с различными функциями.

**Контрольная работа по теме: «Нуклеиновые кислоты»**

**Типовые задания:**

1. Какие типы нуклеиновых кислот Вы знаете? Опишите биологические функции каждого из них.
2. Напишите формулу следующего фрагмента нуклеиновой кислоты рArArCrU. Это фрагмент ДНК или РНК? Почему?
3. Напишите формулы всех таутомерных форм цитозина.
4. Каковы геометрические параметры двойной спирали ДНК? За счет чего две цепи ДНК связаны в двойной спирали?
5. Напишите формулу дезоксигуанозинтрифосфата. В каком матричном синтезе используется это вещество?
6. Какие ферменты участвуют в репликации? Каковы главные этапы репликации?
7. Вырожденность генетического кода. Биологическое значение вырожденности.
8. При дезаминировании аденина образуется гипоксантин. Каким образом это повреждение в структуре ДНК повлияет на процессы передачи генетической информации?
9. Транскрибируемая цепь ДНК имеет последовательность: 5'-CCAGCACGCCGGATATTC-3'. Напишите последовательность мРНК, транскрибируемой с этой цепи.
10. Предложите несколько вариантов структур мРНК, кодирующих участок белка -Ala-Phe-Leu-.

### **Критерии оценки знаний умений и навыков при текущей проверке**

#### **I. Оценка устных ответов:**

##### **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.

### **II. Оценка умения решать задачи:**

#### **Оценка "Отлично"**

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

#### **Оценка "Хорошо"**

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

#### **Оценка "Удовлетворительно"**

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

#### **Оценка "Неудовлетворительно"**

1. Решение осуществлено только с помощью преподавателя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Решение и объяснение построены не верно.

### **III. Оценка письменных работ:**

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

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

«Отлично» - 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; 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.

**«Хорошо»** - 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.

**«Удовлетворительно»** - 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.

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