

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Биохимия и молекулярная биология

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2017

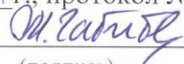
Рабочая программа дисциплины «Биохимические основы когнитивных процессов» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень Бакалавриат) от «07» августа 2014 г. № 944.


Разработчик(и):  
кафедра биохимии и биофизики, Абдурахманов Радик Гамзабекович, к.б.н.,  
доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» 03 2017г., протокол  
№ 7

Зав. кафедрой  Халилов Р.А.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «28»  
марта 2017г., протокол № 7.

/Председатель  Гаджиева И.Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управ-  
лением «30» марта 2017г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Биохимические основы когнитивных процессов**» входит в вариативную часть естественнонаучных дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, расширяющих представления о физических и химических процессах, лежащих в основе памяти, пластичности нейронов, обработки информации в головном мозге млекопитающего. Ближе к данному курсу направление, получившее название «биологическая психология».

Содержание курса основано на знаниях, полученных при изучении анатомии, физиологии, биофизики, биохимии, молекулярной биологии. Курс расширяет представления о физических и химических механизмах формирования биопотенциалов, пластичности нейронов, кодирования и передачи информации в нервной системе.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных - ОПК-5

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме коллоквиумов и контрольных работ и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе 72 в академических часах по видам учебных занятий.

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
8	72	14		14			44	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «**Биохимические основы когнитивных процессов**» является ознакомление студентов с молекулярными, клеточными и надклеточными основами высших функций нервной системы млекопитающих. В курсе будут также рассмотрены физические ограничения, налагаемые на скорость когнитивных процессов, объем памяти и её стабилизацию.

Ознакомить студентов с фундаментальными закономерностями функционирования высшей нервной системы млекопитающих.

Ознакомить студентов с биофизическими, биохимическими и физиологическими методами исследования когнитивных процессов у млекопитающих.

Изучение молекулярных, клеточных и надклеточных механизмов формирования памяти, эмоций, сна и других когнитивных процессов у млекопитающих

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Биохимические основы когнитивных процессов**» входит в **вариативную по выбору** часть образовательной программы **бакалавриата** направления **06.03.01 биология**.

Курс читается на 4 курсе обучения в во втором семестре и способствует освоению общего цикла биологических дисциплин. Для изучения дисциплины студенты должны обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов биологии (биохимии, биофизики, молекулярной биологии и физиологии человека и животных, цитологии, гистологии), физической химии, математики и физики.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции <b>ОПК 5</b>	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	<b>Знать:</b> Предмет, задачи и методы биохимических основ когнитивных процессов как предмета о биохимических механизмах, лежащих в основе деятельности нервной системы; Фундаментальные закономерности функционирования высшей нервной системы млекопитающих. Молекулярные механизмы межнейронных взаимодействий, строение и функции синаптических контактов, функциональную роль нейромедиаторов и нейромодуляторов; Нейрохимические механизмы
-----------------------------	---	---

		<p>мы, лежащие в основе развития патологических состояний нервной системы.</p> <p><b>Уметь:</b> Ориентироваться в современных достижениях нейробиологии в России и за рубежом; Установить связи когнитивных процессов с другими направлениями нейрофизиологии. Излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию</p> <p><b>Владеть:</b> Теоретическими знаниями об особенностях строения и молекулярных механизмах функционирования нервной систем; Практическими навыками по исследованию содержания некоторых медиаторов и или их метаболитов в тканях мозга.</p>
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы		
<b>Модуль 1.</b> Анатомические основы когнитивных процессов в мозге млекопитающих									
1	Тема 1. Строение нейрона. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего. Функциональная анатомия мозга млекопитающего.	8	1-2	2	2			8	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время.

	шего. Физические характеристики нейронов.								Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
2	2. Активный транспорт ионов. Натриевый насос. Концентрационные градиенты. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов.	8	3-4	2	2			8	
3	3. Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли. Механизм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе. Зависимость скорости распространения нервного импульса от характеристик (диаметр волокна, ёмкость мембраны, сопротивление экстраклеточного пространства и цитоплазмы, наличие миелиновой оболочки) нервного волокна. Кабельная теория распространения потенциала действия.	8	5-6	2	2			8	
	<b>Итого по модулю 1:</b>			<b>6</b>	<b>6</b>			<b>24</b>	
<b>Модуль 2. Молекулярные механизмы синаптических процессов</b>									
1	Возбуждающие и тормозные синапсы. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в	8	7-8	2				5	

	головном мозге млекопитающего. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП). Статистика синаптической передачи. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия. Регуляция синаптической передачи (силы синапса).								
2	2. Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти. Электрошок и память.	8	9-10	2	4			5	
3	3. Поведенческие эксперименты. Томография функциональной активности головного мозга. Магнитно-резонансная томография. Позитрон-эмиссионная томография. Исследование когнитивных процессов.	8	11-12	2	4			5	
4	Количество информации. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной		13-14	2	2			5	

	системе мясной мухи. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона. Искусственный интеллект.							
	<b>Итого по модулю 2:</b>			<b>8</b>	<b>8</b>			<b>20</b>
	<b>Итого за семестр:</b>			<b>14</b>	<b>14</b>			<b>44</b>

### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

#### **Модуль 1 Анатомические основы когнитивных процессов в мозге млекопитающих**

##### **Раздел 1.**

**Анатомические основы когнитивных процессов в мозге млекопитающих.** Строение нейрона. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего. Функциональная анатомия мозга млекопитающего. Физические характеристики нейронов.

##### **Раздел 2.**

**Физические и биохимические основы биоэлектrogenеза.** Активный транспорт ионов. Натриевый насос. Концентрационные градиенты. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов. Термодинамика энергетики мозга. Концентрационная разность потенциалов. Формула Нернста. Энергетика биоэлектrogenеза. Гликолиз и окислительное фосфорилирование как источники энергии для генерации биопотенциалов в нервной системе. Энергетическая кооперация глии и нейронов. Трафик метаболитов между нейронами и глией.

##### **Раздел 3.**

**Генерация разности потенциалов в нервной системе.** Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли. Меха-



низм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе. Зависимость скорости распространения нервного импульса от характеристик (диаметр волокна, ёмкость мембраны, сопротивление экстраклеточного пространства и цитоплазмы, наличие миелиновой оболочки) нервного волокна. Кабельная теория распространения потенциала действия. Возбудимость сомы нейронов. Возбудимость дендритов. Проведение возбуждения по соме и дендритам. Типы ионных каналов в головном мозге млекопитающего. Потенциалзависимые каналы. Химически активируемые каналы. АТФ-зависимые калиевые каналы. Кальциевые каналы. Типы кальциевых каналов в ЦНС. Влияние характеристик экстраклеточного пространства на проведение нервных импульсов. Экстраклеточное пространство как частотный фильтр.

#### **Раздел 4.**

**Синаптическая передача и её кинетические характеристики.** Возбуждающие и тормозные синапсы. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в головном мозге млекопитающего. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП). Статистика синаптической передачи. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия. Регуляция синаптической передачи (силы синапса).

Молекулярные основы наркотической зависимости. Эндорфины и энкефалины.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Полевые потенциалы (field potentials). Механизмы ЭЭГ. Спектральный состав ЭЭГ. Вызванные потенциалы.

Роль глии в электрической активности мозга. Электрические свойства глиальных клеток. Особенности метаболизма нейронов и глиальных клеток.

#### **Модуль №2 Механизмы памяти**

## Раздел 5

**Память.** Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти. Электрошок и память. Магнитная транскраниальная стимуляция мозга. Механизмы формирования следа памяти. Кратковременная память. Долговременная память. Автобиографическая память. Синаптические механизмы памяти. Динамическая стабилизация памяти (Ли Каванау). Работы Эрика Кендела. Нобелевские премии в области когнитивных наук. **Сон.** Феноменология сна. Эволюция сна. Электрография сна. Теории функций сна. Зимняя спячка грызунов и сон.

## Раздел 6

**Методы исследования функций мозга.** Поведенческие эксперименты. Томография функциональной активности головного мозга. Магнитно-резонансная томография. Позитрон-эмиссионная томография. Исследование когнитивных процессов.

## Раздел 7

**Концепция информации в биологии.** Количество информации. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной системе мясной мухи. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона. Искусственный интеллект. Работы Тьюринга. Фон Нейман. Норберт Винер. Клод Шеннон. Интерфейс мозг-машина. Мозговые протезы. Современные попытки построения «теории» сознания.

Строение мозга млекопитающего. Основные анатомические и функциональные блоки. Электрические свойства нейронов. Межклеточные коммуникации: щелевые контакты и синапсы. Нейротрансмиттеры и нейрогормоны. Ре-

цепторы и ионные каналы. Нейромодуляция. Механизмы индуцированных изменений электрического поведения нервных клеток. Сенсорные рецепторы. Рождение и смерть нейронов. Рост нейронов и трофические факторы. Молекулы адгезии и путеводители аксонов. Образование, поддержание и пластичность химических синапсов. Нейронные сети и поведение. Обучение. Память. Системный анализ функций мозга. Тонкая структура связей в неокортексе. Возбуждающие и ингибиторные клетки. Количественные аспекты корковой архитектуры. Модульная организация коры. Гиппокамп и память. Системный анализ гиппокампа. Распознавание образов зрительной системой. Внимание, кратковременная память и гипотеза смещающей конкуренции (biased competitive hypothesis). Молекулярные механизмы имплицитной и эксплицитной памяти. Нейроэкономика. Вознаграждения и наказания. Роль конкуренции.

### **Темы практических занятий**

#### **Модуль 1.**

#### **Практическое занятие №1.**

#### **Темы для обсуждения**

### **МОДУЛЬ №1**

#### **Практическое занятие №1. Анатомические основы когнитивных процессов в мозге млекопитающих. Физические и биохимические основы биоэлектrogenеза.**

#### **Вопросы к семинару**

1. Строение нейрона.
2. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего.
3. Функциональная анатомия мозга млекопитающего.
4. Физические характеристики нейронов.
5. Активный транспорт ионов.
6. Натриевый насос.

7. Концентрационные градиенты.
8. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов.
9. Термодинамика энергетики мозга.

### **Практическое занятие №2. Генерация разности потенциалов в нервной системе. Синаптическая передача и её кинетические характеристики.**

1. Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли.
2. Механизм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа.
3. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе.
4. Кабельная теория распространения потенциала действия.
5. Типы ионных каналов в головном мозге млекопитающего.

### **Практическое занятие №3 Синаптическая передача и её кинетические характеристики. Электроэнцефалограмма.**

1. Возбуждающие и тормозные синапсы.
2. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в головном мозге млекопитающего.
3. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП).
4. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия.
5. Молекулярные основы наркотической зависимости. Эндорфины и энкефалины.
6. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Полевые потенциалы (field potentials). Механизмы ЭЭГ. Спектральный состав ЭЭГ. Вызванные потенциалы.
7. Роль глиии в электрической активности мозга. Электрические свойства глиальных клеток. Особенности метаболизма нейронов и глиальных клеток.

## Модуль №2

### Практическое занятие №4. Память. Сон.

1. Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания.
2. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти.
3. Электрошок и память. Магнитная транскраниальная стимуляция мозга. Механизмы формирования следа памяти.
4. Кратковременная память. Долговременная память. Автобиографическая память. Синаптические механизмы памяти.
5. Динамическая стабилизация памяти (Ли Каванау). Работы Эрика Кендела. Нобелевские премии в области когнитивных наук.
6. Феноменология сна. Эволюция сна.
7. Электрография сна. Теории функций сна. Зимняя спячка грызунов и сон.

### Практическое занятие №5. Методы исследования функций мозга. Концепция информации в биологии. Моделирование когнитивных процессов

1. Поведенческие эксперименты.
2. Томография функциональной активности головного мозга.
3. Магнитно-резонансная томография.
4. Позитрон-эмиссионная томография.
5. Исследование когнитивных процессов
6. Количество информации.
7. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной системе мясной мухи.
8. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике.
9. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона.

10. Искусственный интеллект. Работы Тьюринга. Фон Нейман. Норберт Винер. Клод Шеннон. Интерфейс мозг-машина. Мозговые протезы. Современные попытки построения «теории» сознания.

## **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 20 часов аудиторных занятий. По дисциплине предусмотрены занятия в интерактивных формах, где возможно применение следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения практических заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме. На лабораторных занятиях проводятся эксперименты по исследованию физических основ биологических процессов. Экспериментальные работы проводятся студентами самостоятельно, что способствует выработке практических навыков по исследованию кинетики и термодинамики ферментативных реакций.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов, курсовых и дипломных заданий;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Механизмы кодирования информации в нервной системе	доклад
Эволюция нервной системы позвоночных	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе
Ядерный магнитный резонанс в исследовании когнитивных процессов	реферат
Внимание, кратковременная память и гипотеза смещающей конкуренции (biased competitive hypothesis).	доклад
Рост нейронов и трофические факторы.	реферат
Механизмы распознавания образов	самостоятельная подготовка по дополнительной литературе

### **Примерная тематика рефератов.**

1. Функции сна
2. Молекулярные основы кратковременной памяти
1. Долговременная инициация
2. Механизмы кодирования информации в нервной системе
3. Пластичность нейронов
4. Ритмы электрической активности мозга
5. Механизмы генерации ритмической активности нейронов
6. Эволюция нервной системы позвоночных
7. Методы исследования памяти
8. Механизмы распознавания образов
9. Альфа ритм и память
10. Гистоны и память

11. Как влияет физическая нагрузка на память
12. Роль электрических ритмов в формировании памяти
13. Ядерный магнитный резонанс в исследовании когнитивных процессов
14. Теоретические основы электроэнцефалограммы
15. Все ли животные спят?
16. Интерфейс человеческий мозг-машина
17. Функции деацетилаз гистонов
18. Эволюция и память

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
<b>ОПК-5</b>	<b>Уметь:</b> применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Устный и письменный опрос, тестирование, рефераты

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции «Выпускник должен обладать способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> Предмет, задачи биофизических, биохимических и фи-	Знает биофизические, биохимиче-	Хорошо знает биохимические ме-	Очень хорошо знает биохимиче-



	<p>зиологических методов исследования когнитивных процессов у млекопитающих.</p> <p>и как предмета о биохимических механизмах, лежащих в основе деятельности нервной системы;</p> <p>Строение и функционирование нейрональных мембран, особенности белков, липидов и энергетики в нервной системе;</p> <p>Молекулярные механизмы межнейрональных взаимодействий, строение и функции синаптических контактов, функциональную роль нейромедиаторов и нейромодуляторов;</p> <p>молекулярные, клеточные и надклеточные механизмы формирования памяти, эмоций, сна и других когнитивных процессов у млекопитающих</p> <p><b>Уметь:</b> Ориентироваться в современных достижениях нейробиологии в России и за рубежом;</p> <p>Установить связи нейробиологии с другими направлениями нейробиологии.</p> <p>излагать и критиче-</p>	<p>ские механизмы лежащих в основе деятельности нервной системы, строение и функционирование нейрональных мембран, особенности белков, липидов и энергетики в нервной системе;</p> <p>молекулярные механизмы межнейрональных взаимодействий, строение и функции синаптических контактов, функциональную роль нейромедиаторов и нейромодуляторов;</p> <p>но не вполне хорошо может применять знания для объяснения нейробиологических механизмов, лежащих в основе развития патологических состояний нервной системы.</p>	<p>ханизмы лежащих в основе деятельности нервной системы, строение и функционирование нейрональных мембран, особенности белков, липидов и энергетики в нервной системе;</p> <p>молекулярные механизмы межнейрональных взаимодействий; нейробиологических механизмов, лежащие в основе развития патологических состояний нервной системы.</p> <p>особенностей функционирования биологических систем.</p>	<p>ские механизмы лежащих в основе деятельности нервной системы, строение и функционирование нейрональных мембран, особенности белков, липидов и энергетики в нервной системе;</p> <p>молекулярные механизмы межнейрональных взаимодействий; нейробиологических механизмов, лежащие в основе развития патологических состояний нервной системы.</p> <p>особенностей функционирования биологических систем.</p>
--	--	--	---	--

	ски анализировать базовую общепрофессиональную информацию <b>Владеть:</b> Теоретическими знаниями об особенностях строения и молекулярных механизмов функционирования нервной системы; Практическими навыками по исследованию содержания некоторых медиаторов и или их метаболитов в тканях мозга.	особенностей функционирования биологических систем .		
--	---	---	--	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Тематика контрольных вопросов

1. Строение нейрона.
2. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего.
3. Функциональная анатомия мозга млекопитающего.
4. Физические характеристики нейронов.
5. Активный транспорт ионов.
6. Натриевый насос.
7. Концентрационные градиенты.
8. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов.
9. Термодинамика энергетики мозга.
10. Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли.
11. Механизм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа.

12. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе.
13. Кабельная теория распространения потенциала действия.
14. Типы ионных каналов в головном мозге млекопитающего.
15. Возбуждающие и тормозные синапсы.
16. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в головном мозге млекопитающего.
17. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП).
18. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия.
19. Молекулярные основы наркотической зависимости. Эндорфины и энкефалины.
20. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Полевые потенциалы (field potentials). Механизмы ЭЭГ. Спектральный состав ЭЭГ. Вызванные потенциалы.
21. Роль глии в электрической активности мозга. Электрические свойства глиальных клеток. Особенности метаболизма нейронов и глиальных клеток.

### **Вопросы к коллоквиуму №1**

1. Строение нейрона.
2. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего.
3. Функциональная анатомия мозга млекопитающего.
4. Физические характеристики нейронов.
5. Активный транспорт ионов.
6. Натриевый насос.
7. Концентрационные градиенты.
8. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов.

9. Термодинамика энергетики мозга.
10. Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли.
11. Механизм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа.
12. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе.
13. Кабельная теория распространения потенциала действия.
14. Типы ионных каналов в головном мозге млекопитающего.
15. Возбуждающие и тормозные синапсы.
16. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в головном мозге млекопитающего.
17. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП).
18. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия.
19. Молекулярные основы наркотической зависимости. Эндорфины и энкефалины.
20. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Полевые потенциалы (field potentials). Механизмы ЭЭГ. Спектральный состав ЭЭГ. Вызванные потенциалы.
21. Роль глии в электрической активности мозга. Электрические свойства глиальных клеток. Особенности метаболизма нейронов и глиальных клеток.
22. Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания.
23. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти.
24. Электрошок и память. Магнитная транскраниальная стимуляция мозга. Механизмы формирования следа памяти.
25. Кратковременная память. Долговременная память. Автобиографическая память. Синаптические механизмы памяти.

26. Динамическая стабилизация памяти (Ли Каванау). Работы Эрика Кендела. Нобелевские премии в области когнитивных наук.
27. Феноменология сна. Эволюция сна.
28. Электрография сна. Теории функций сна. Зимняя спячка грызунов и сон.
29. Поведенческие эксперименты.
30. Томография функциональной активности головного мозга.
31. Магнитно-резонансная томография.
32. Позитрон-эмиссионная томография.
33. Исследование когнитивных процессов
34. Количество информации.
35. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной системе мясной мухи.
36. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике.
37. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона.
38. Искусственный интеллект. Работы Тьюринга. Фон Нейман. Норберт Винер. Клод Шеннон.
39. Интерфейс мозг-машина. Мозговые протезы. Современные попытки построения «теории» сознания.

### **Вопросы к коллоквиуму №2**

1. Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания.
2. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти.

3. Электрошок и память. Магнитная транскраниальная стимуляция мозга. Механизмы формирования следа памяти.
4. Кратковременная память. Долговременная память. Автобиографическая память. Синаптические механизмы памяти.
5. Динамическая стабилизация памяти (Ли Каванау). Работы Эрика Кендела. Нобелевские премии в области когнитивных наук.
6. Феноменология сна. Эволюция сна.
7. Электрография сна. Теории функций сна. Зимняя спячка грызунов и сон.
8. Поведенческие эксперименты.
9. Томография функциональной активности головного мозга.
10. Магнитно-резонансная томография.
11. Позитрон-эмиссионная томография.
12. Исследование когнитивных процессов
13. Количество информации.
14. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной системе мясной мухи.
15. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике.
16. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона.
17. Искусственный интеллект. Работы Тьюринга. Фон Нейман. Норберт Винер. Клод Шеннон.
18. Интерфейс мозг-машина. Мозговые протезы. Современные попытки построения «теории» сознания.

### **Примерные вопросы к зачету**

1. Строение нейрона.
2. Типы нейронов в нервной системе млекопитающего.

3. Функциональная анатомия мозга млекопитающего.
4. Физические характеристики нейронов.
5. Активный транспорт ионов.
6. Натриевый насос.
7. Концентрационные градиенты.
8. Осмотические процессы в мозге. Отёк мозга. Осмотическая устойчивость нейронов.
9. Термодинамика энергетики мозга.
10. Потенциал покоя и потенциал действия. Формула Голдмана. Модель Ходжкина-Хаксли.
11. Механизм генерации потенциала действия нейроном. Бифуркация Хопфа.
12. Механизм распространения нервных импульсов в нервной системе.
13. Кабельная теория распространения потенциала действия.
14. Типы ионных каналов в головном мозге млекопитающего.
15. Возбуждающие и тормозные синапсы.
16. Нейрохимия синаптической передачи. Типы медиаторов в головном мозге млекопитающего.
17. Пластичность синапсов. Квантовое выделение медиаторов. Постсинаптические потенциалы (ПСП).
18. Фасилитация, усиление, посттетаническая потенциация, долговременная потенциация, долговременная депрессия.
19. Молекулярные основы наркотической зависимости. Эндорфины и энкефалины.
20. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ). Полевые потенциалы (field potentials). Механизмы ЭЭГ. Спектральный состав ЭЭГ. Вызванные потенциалы.
21. Роль глии в электрической активности мозга. Электрические свойства глиальных клеток. Особенности метаболизма нейронов и глиальных клеток.

22. Виды памяти: рабочая память, декларативная память, моторная память, пространственная память, память дискриминантного избегания.
23. Феноменология памяти. Амнезия: виды амнезии. Молекулярные основы формирования следа памяти.
24. Электрошок и память. Магнитная транскраниальная стимуляция мозга. Механизмы формирования следа памяти.
25. Кратковременная память. Долговременная память. Автобиографическая память. Синаптические механизмы памяти.
26. Динамическая стабилизация памяти (Ли Каванау). Работы Эрика Кендела. Нобелевские премии в области когнитивных наук.
27. Феноменология сна. Эволюция сна.
28. Электрография сна. Теории функций сна. Зимняя спячка грызунов и сон.
29. Поведенческие эксперименты.
30. Томография функциональной активности головного мозга.
  - a. Магнитно-резонансная томография.
31. Позитрон-эмиссионная томография.
32. Исследование когнитивных процессов
33. Количество информации.
34. Кодирование информации в нервной системе. Нервный код в нервной системе мясной мухи.
35. Кодирование информации в слуховой системе. Нервные механизмы речи. Зоны Брока и Вернике.
36. Нейронные механизмы формирования музыки. Модель вычислительного нейрона.
37. Искусственный интеллект. Работы Тьюринга. Фон Нейман. Норберт Винер. Клод Шеннон.
38. Интерфейс мозг-машина. Мозговые протезы. Современные попытки построения «теории» сознания.



#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - \_\_\_ баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 40 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 55 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - \_\_\_ баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов,
- тестирование - 50 баллов.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

##### **а) основная литература:**

1. Николлс Дж. Г., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. М.:УРСС. – 2003. – 672с.
2. Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. Мозг, разум и поведение. М.:Мир.-1988.-248с.
3. Дейч С. Модели нервной системы. М.:Мир.- 1970.- 325с.
4. Котляр Б.И., Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности. М.:МГУ.- 1995.

##### **а) Дополнительная литература:**

1. Ходжкин А. Нервный импульс. М.:Мир. – 1965. – 125с.
2. Gross Ch.G. Brain, Vision, Memory. Tales in the history of neuroscience Bradford book. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
3. Катц Б. Нерв, мышца и синапс. М.:Мир.- 1968. – 220с.
4. Хамори Й. Долгий путь к мозгу человека. М.:Мир. – 1985. – 150с.
5. Lebedev M.A., Nicolelis M.A.L. Brain-machine interfaces: past, present and future//TRENDS in neurosciences. 2006.- V.209.No.9.- P.536-546.
6. Wolpaw J.R., D.J.McFarland Control of a two-dimensional movement signal by a noninvasive brain-computer interface in humans//PNAS. – 2004. – V.101.No.51.- P.17849-17854.

7. Herz A.V.M., Gollisch T., Machens C.K., Jaeger D. Modeling single-neuron dynamics and computations: a balance of detail and abstraction//Science.- 2006.- V.314. – P.80-85.
8. Barco A., Bailey C.H., E.R.Kandel Common molecular mechanisms in implicit and explicit memory//J.Neurochem. – 2006. – V.97. – P.1520-1533.
9. Bayley P.J., Gold J.J., Hopkins R.O., Squire L.R. The neuroanatomy of remote memory//Neuron. – 2005. – V.46. – P.799-810.
10. Basic Neurochemistry. G.J.Siegel, B.W.Agranoff, R.W.Albers, P.B. Molinoff eds. Raven Press. New York. 1994.
11. Thomson Facilitation, augmentation, potentiation
12. Marder E. From biophysics to models of network function//Ann.Rev.Neurosci. – 1998. V.21. – P.25-45.
13. Шеперд Г. Нейробиология. В 2-х томах. М.:Мир. – 1987. – Т.1.- 454с. и Т.2. - 368с.
14. Dolcos F., LaBar K.S., Cabeza R. Interaction between the amygdala and the medial temporal lobe memory system predicts better memory for emotional events//Neuron. – 2004. – V.42. P.855-863.
15. Dolcos F., Cabeza R. Event-related potentials of emotional memory: encoding pleasant, unpleasant, and neutral pictures//Cognitive, affective and behavioral neuroscience. – 2002. V.2(3). – P.252-263.
16. Garelick M.G., Storm D.R. The relationship between memory retrieval and memory extinction//PNAS. – 2005. V.102(26).- P.9091-9092.
17. Demonet J.-F., Thierry G., Cardebat D. Renewal of the neurophysiology of language: functional neuroimaging//Physiol.Rev. – 2005. – V.85. – P.49-95.
18. Физиология человека. В 4-х томах. Под ред.Тевса
19. Jouvet M. The paradox of sleep. The story of dreaming. A Bradford book.MIT Press. Cambridge. Massachusetts. London.

20. Zhang K., Sejnowski T.J. A universal scaling law between gray matter and white matter of cerebral cortex//PNAS. – 2000. V.97 (10). – P.5621-5626.
21. Martin-Soelch C. et al. Reward mechanisms in the brain and their role in dependence: evidence from neurophysiological and neuroimaging studies//Brain Res. Rev. – 2001. – V.36. – P.139-149.
22. Afifi A.K., Bergman R.A. Basic Neuroscience. Urban&Schwarzenberg. – 1980. – 519p.
23. Borisyuk A. et al. Tutorials in Mathematical Biosciences I. Mathematical Neuroscience. Springer. 2005. – 170p.
24. Thomson A.M. Facilitation, augmentation and potentiation at central synapses//Trends in Neurosciences. – 2000. – V.23 (7). – P.305-312.
25. Furey M.L., Pietrini P., Haxby J.V. Cholinergic enhancement and increased selectivity of perceptual processing during working memory//Science. – 2000. – V.290. – P.2315-2319.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/>
2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
3. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра [rcc.dgu.ru](http://rcc.dgu.ru)
4. электронные образовательные ресурсы библиотеки ДГУ (East View Information, Bibliophika, ПОЛПРЕД, Книгафонд, eLibrary, Электронная библиотека Российской национальной библиотеки, Российская ассоциация электронных библиотек //eLibrary Электронная библиотека РФФИ).
5. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
6. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
7. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала «Успехи биологической химии» <http://www.inbi.ras.ru/ubkh/ubkh.html>
8. Российское образование. Федеральный портал «Университетская библиотека ONLINE» <http://www.biblioclub.ru>

9. Биология и медицина - <http://medbiol.ru/medbiol>
10. Биохимия - <http://www.biochemistry.ru>
11. Медиаторы и синапсы учебное пособие  
<http://window.edu.ru/resource/023/61023> наглядная биохимия (электронный учебник) [http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl\\_biochem/](http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/)
12. Химик - <http://www.xumuk.ru/biochem/>

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - \_\_ 40 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 55 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - \_\_\_\_ баллов,
- письменная контрольная работа - 50 баллов,
- тестирование - 50 баллов.

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем биохимии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса данного курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Лабораторные занятия.** Лабораторные занятия по дисциплине имеют целью закрепить теоретические знания и выработать практические навыки исследования фотобиологических процессов в тканях человека и животных.

Прохождение всего цикла лабораторных занятий является обязательным для получения допуска студента к экзамену. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс лабораторно-практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять эксперименты, статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Для прохождения лабораторного занятия студент должен иметь «Практикум по фотобиологии», калькулятор, простой карандаш, ластик, линейку, ручку. Специальное оборудование, позволяющее выполнить комплекс некоторых работ из «Практикума» выдается для пользования на каждом занятии преподавателем или лаборантом кафедры и подготавливается к занятию лаборантом.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

**Реферат.** Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную Вами тему. *Реферат это не списанные куски текста с первоисточника.* Недопустимо брать рефераты из Интернета.

Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4).

*Структура реферата включает следующие разделы:*

- титульный лист;
- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации. Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением

авторских прав. Используемые материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательно собственные выводы. Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта. Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

**Перечень** учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

**Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения лабораторных заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме. На лабораторных занятиях проводятся эксперименты по исследованию физических основ биологических процессов. Экспериментальные работы проводятся студентами самостоятельно, что способствует выработке практических навыков по исследованию кинетики и термодинамики ферментативных реакций.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- подготовка оборудования к биофизическим исследованиям
- приготовление химических реактивов заданных концентраций
- освоение методик по измерению вязкости, поверхностного натяжения, электропроводности, спектральных свойств биологических объектов
- налаживание методик по исследованию кинетических и термодинамических характеристик биообъектов
- компьютерная обработка полученных экспериментальных данных с помощью пакетов программ STATISTICA, MathCad, EXEL, с использованием различных математических моделей
- составление элементарных математических моделей биологических процессов
- освоение метода качественного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих поведение биологической системы

- обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов, курсовых и дипломных заданий;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

### **Примерная тематика рефератов**

1. Функции сна
2. Молекулярные основы кратковременной памяти
3. Долговременная инициация
4. Механизмы кодирования информации в нервной системе
5. Пластичность нейронов
6. Ритмы электрической активности мозга
7. Механизмы генерации ритмической активности нейронов
8. Эволюция нервной системы позвоночных
9. Методы исследования памяти
10. Механизмы распознавания образов
11. Альфа ритм и память
12. Гистоны и память
13. Как влияет физическая нагрузка на память
14. Роль электрических ритмов в формировании памяти
15. Ядерный магнитный резонанс в исследовании когнитивных процессов
16. Теоретические основы электроэнцефалограммы
17. Все ли животные спят?
18. Интерфейс человеческий мозг-машина
19. Функции деацетилаз гистонов

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ «Origin», «Statistica», «MathCad», используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Учебная литература (дополнительная и основная, «Практикум»), учебные и научно-популярные фильмы.

На лекционных и лабораторно-практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, а также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).