

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ Н.А. Ломтева

«20» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ФБ

 \_\_\_\_\_ Н.А. Ломтева

«20» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ КЛЕТКИ**

Составитель(-и)	<b>Пилипенко В.Н., д.б.н., профессор</b>
Направление подготовки / специальность	<b>06.03.01 Биология</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Генетика</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>
Год приема	<b>2021</b>
Курс	<b>4</b>
Семестр	<b>7</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Функциональная морфология клетки» являются: дать студентам базовые знания о строении и функциях клетки, структурном базисе клеточного метаболизма, особенностях функционирования клеточных структур, а также о современных методах их визуализации с помощью микроскопической техники

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- ознакомление студентов с микроскопическими методами исследования клетки и их возможностями, цитологическим строением клетки и соотношением цитологических структур с макромолекулярными ансамблями и их функционированием;
- изучение структурной основы цитофизиологических процессов и их визуализации с помощью электронного микроскопа; чтение и расшифровка электронограмм и идентификацией клеточных структур.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Функциональная морфология клетки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и изучается в 7 семестре четвертого года обучения.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями): Биохимия, Цитология.

### Знания:

- принципов клеточной организации прокариотических и эукариотических организмов, молекулярной организации вирусов человека, животных, растений и бактерий;

### Умения:

- использовать базовые знания и навыки практической работы для решения исследовательских профессиональных задач в своей деятельности;
- владеть методами цитологического анализа и статистической обработки данных;

### Навыки:

- демонстрировать умение получать и обобщать информацию о закономерностях структурной и функциональной организации клеток высших и низших живых организмов, взаимодействии клеток между собой и межклеточным веществом.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): ДНК-диагностика, Регуляция метаболизма клетки.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

### а) универсальные (УК): УК-6

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
-------	--

наименование компетенции	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Знает особенности принятия и реализации организационных решений; теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности; основные научные школы психологии и управления; деятельностный подход в исследовании личностного развития; технологию и методику самооценки; теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений	Умеет определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач	Владеет навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; способами принятия решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, из них 28 часов приходится на контактную работу с преподавателем (14 часов – лекции, 14 часов – практические занятия), 44 часа – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей.	7	2	2	-	-	6	Семинар
2	Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.	7	2	2	-	-	6	Семинар
3	Тема 3. Биомембраны.	7	2	2	-	-	6	Семинар
4	Тема 4. Везикулярный транспорт в клетке.	7	2	2	-	-	6	Доклад
5	Тема 5. Строение рибосомы синтез белка.	7	2	2	-	-	6	Семинар
6	Тема 6. Клеточные органоиды.	7	2	2			6	Семинар
7	Тема 7. Ядро.	7	2	2			8	Семинар
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	<b>14</b>			<b>44</b>	<b>ЗАЧЕТ</b>

Условные обозначения: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, ЛР - лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3 - Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Разделы, темы дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Компетенции	
		УК-6	общее количество компетенций
Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей.	10	+	1
Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.	10	+	1
Тема 3. Биомембраны.	10	+	1
Тема 4. Везикулярный транспорт в клетке.	10	+	1
Тема 5. Строение рибосом и синтез белка.	10	+	1
Тема 6. Клеточные органеллы.	10	+	1
Тема 7. Ядро.	12	+	1
<b>Итого</b>	<b>72</b>		

### **Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)**

#### **Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей.**

Микроскопические методы изучения клеток и тканей. История микроскопии. Разновидности световой и электронная микроскопия, методы подготовки препаратов. Криометоды, электронно-микроскопическая томография. Иммуномикроскопия.

#### **Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.**

Клеточные и неклеточные формы жизни. Химический состав клетки, асимметрия ионного состава клетки. Вода, неорганические и мелкие органические молекулы. Типы мелких молекул: строительный материал, источник энергии; регуляторные молекулы (гормоны). Макромолекулы и их эволюция. Белки: содержание и функции в клетке, строение и пространственная организация. Микроскопические методы изучения структуры белков.

#### **Тема 3. Биомембраны.**

Структура и основные функции. Фосфолипиды. Фосфолипиды. Сфингомиелин. Стероиды. Холестерол. Углеводы в составе мембран. Фосфолипидный бислои. Пленки. Замкнутые сферические структуры. Липосомы. Диффузия мелких молекул через фосфолипидный бислои. Мембраны клеток. Электронно-микроскопическое строение клеточных мембран. Асимметрия мембран и пространства, которое они ограничивают. Температурная подвижность молекул в мембранах. Текучесть мембран. Роль холестерина. Теория липидных рафтов. Структура мембран при замораживании-оттаивании. Типы белков в мембранах клетки. Интегральные белки. Периферические белки. Порины. Перемещение белков в мембране. Функции плазматической мембраны. Защитная. Транспортная. Поддержание ионного состава клетки, осмоса и кислотности. Связь с цитоскелетом. Формирование соединений между клетками в тканях. Взаимодействие с внеклеточными молекулами, передача сигналов. Типы транспорта через мембрану клетки. Пассивная диффузия мелких молекул. Канальцы (поры). Белки-переносчики. АТФ-зависимый активный транспорт. Ионная асимметрия. Натрий и калий, их роль в поддержании ионного состава среды. Механизмы селекции ионов.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФаза. Цикл работы  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазы. Регуляция активности  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФазы в клетке. Роль Са и Mg в клетке. Кальциевый насос – система кальциевых АТФаз. Работа кальциевого насоса.

#### **Тема 4. Везикулярный транспорт в клетке.**

Ультраструктурная характеристика транспортных пузырьков. Типы «опущенных»

пузырьков, «покровные» белки. Клатрин-опушенные пузырьки, молекулярные механизмы их образования. Перенос макромолекул с помощью пузырьков. Формирование везикул и их перенос. Слияние пузырьков с целевой мембраной. Транспортные потоки в клетке, их направленность. Сортировка белков, механизмы.

### **Тема 5. Строение рибосом и синтез белка.**

ДНК и РНК, возможность визуализации в электронном микроскопе. Типы РНК, их функции. Рибосомы. Р-РНК. Строение рибосом у про- и эукариот. Механизм синтеза белка. Формирование пептидной связи. Сборка пептидной цепи на рибосоме. Формирование вторичной и третичной структуры белков. Ультраструктурные характеристики синтеза белков. «Мембранный» и «немембранный» варианты синтеза белков в клетках. Эндоплазматический ретикулум (ЭПР). Строение ЭПР: шероховатый и гладкий ЭПР, пространственная организация. Варианты цитологического строения ЭПР при изменениях функционального состояния клетки. Роль ЭПР в клетке. Аппарат Гольджи. Строение и функции, особенности пространственной организации. Процессинг белков в аппарате Гольджи: цис- и транс-сеть аппарата Гольджи. Гликозилирование белков. Метаболизм липидов и полисахаридов в аппарате Гольджи. Экспорт белков из аппарата Гольджи. Сортировка белков. Секреция. Регулируемая и нерегулируемая секреция. Секреция в эпителиальных клетках. Избирательность транспорта макромолекул.

### **Тема 6. Клеточные органоиды.**

Эндосомально-лизосомальная система. Эндосомы, их типы, строение и функции. Современная классификация типов эндоцитоза. Лизосомы: строение и функции. Аутофагия. Аутофагосомы. Лизосомы и патология клетки. Плазмалемма и ее производные. Межклеточные контакты. Гликокаликс, его функции. Внеклеточный матрикс. Клеточная стенка (оболочка). Типы связи клеток. Адгезия. Простой контакт. Интердигитации. Зона слипания. Замыкающие комплексы. Десмосомы. Щелевидный контакт. Цитоскелет: строение и функции его компонентов, их визуализация. Микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты: состав и строение. Микротрубочки: состав, строение и функции. Центросомы (центриоли), строение и функции. Выросты клеточной поверхности: микроворсинки, псевдоподии, филлоподии и ламеллоподии. Выросты клеточной поверхности, формирующиеся в ответ на внешние стимулы. Реснички и жгутики. Энергетическое обеспечение клетки: митохондрии, хлоропласты, пероксисомы. Автономная система синтеза белка. Окислительное фосфорилирование. Цепь переноса электронов, ее структура. Образование АТФ. Теория хемиосмотического сопряжения. Строение и пространственная организация системы фотосинтеза. Другие пластиды, их строение и функции.

### **Тема 7. Ядро.**

Строение и пространственная организация ядра, изменения в ходе клеточного цикла. Гибель клетки, её формы. Поровые комплексы ядра. Транспорт молекул через ядерную оболочку. Эухроматин и гетерохроматин. Ядерный матрикс. Ядрышко: строение и функции. Синтез рибосом. Упаковка генома. Структура хромосом. Нити ДНК, их визуализации с

помощью электронного микроскопа. Дифференциальная окраска хромосом. Клеточный цикл: стадии, микроскопические изменения ядра. Клеточная гибель. Морфологические характеристики апоптоза и его роль в эмбриогенезе и онтогенезе. Аутофагия. Некроз. Организация клеток в системы. Многоклеточные организмы. Специализация клеток. Ткани.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### 5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Основные формы учебных занятий по дисциплине (модулю) «Функциональная морфология клетки» лекционные, лабораторные работы. Лекционные занятия по дисциплине могут проводиться с применением методов интерактивности, визуализации, проверки качества. Семинарские занятия по дисциплине могут проводиться с применением принципов работы в командах, визуализации, анализа текстов, подготовки групповых проектных заданий и др.

### 5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

На самостоятельную работу студента по дисциплине «Функциональная морфология клетки» отводится 44 часа.

Основной вид реализации самостоятельной работы:

- проработка учебного материала (по курсу лекций, по учебной и научной литературе);
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников на русском и иностранных языках, баз данных;
- написание рефератов и докладов для семинарских и практических занятий.

**Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
<ul style="list-style-type: none"><li>• История микроскопии.</li><li>• Разновидности световой и электронная микроскопия, методы подготовки препаратов.</li><li>• Криометоды, электронно-микроскопическая томография.</li><li>• Иммуномикроскопия.</li></ul>	6	Семинар
<ul style="list-style-type: none"><li>• Химический состав клетки, асимметрия ионного состава клетки.</li><li>• Типы мелких молекул: строительный материал, источник энергии; регуляторные молекулы (гормоны).</li><li>• Макромолекулы и их эволюция.</li><li>• Белки: содержание и функции в клетке, строение и пространственная организация.</li></ul> Микроскопические методы изучения структуры белков.	6	Семинар
<ul style="list-style-type: none"><li>• Фосфолипиды. Фосфолипидный бислой.</li><li>• Фосфоглицериды.</li><li>• Сфингомиелин.</li><li>• Стероиды.</li><li>• Холестерол.</li><li>• Углеводы в составе мембран</li></ul>	6	Семинар с элементами дискуссии

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диффузия мелких молекул через фосфолипидный бислой.</li> <li>• Электронно-микроскопическое строение клеточных мембран. Асимметрия мембран. Свойства мембран.</li> <li>• Теория липидных рафтов.</li> <li>• Типы белков в мембранах клетки.</li> <li>• Функции плазматической мембраны.</li> <li>• Взаимодействие с внеклеточными молекулами, передача сигналов.</li> <li>• Типы транспорта через мембрану клетки.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ультраструктурная характеристика транспортных пузырьков.</li> <li>• Типы «опушенных» пузырьков, «покровные» белки.</li> <li>• Клатрин-опушенные пузырьки, молекулярные механизмы их образования.</li> <li>• Перенос макромолекул с помощью пузырьков.</li> <li>• Транспортные потоки в клетке, их направленность.</li> <li>• Сортировка белков, механизмы.</li> </ul>	6	Семинар с элементами дискуссии
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Строение рибосом у про- и эукариот.</li> <li>• Механизм синтеза белка.</li> <li>• Ультраструктурные характеристики синтеза белков.</li> <li>• «Мембранный» и «немембранный» варианты синтеза белков в клетках.</li> <li>• Эндоплазматический ретикулум (ЭПР): шероховатый и гладкий ЭПР, пространственная организация.</li> <li>• Варианты цитологического строения ЭПР при изменениях функционального состояния клетки.</li> <li>• Аппарат Гольджи. Строение и функции, особенности пространственной организации.</li> <li>• Процессинг белков в аппарате Гольджи: цис- и транс-сеть аппарата Гольджи. Гликозилирование белков.</li> <li>• Метаболизм липидов и полисахаридов в аппарате Гольджи.</li> </ul>	6	Семинар с элементами дискуссии.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Эндосомы, типы эндоцитоза. Цитоскелет. Лизосомы. Плазмалемма и её производные. Реснички. Митохондрии.</li> <li>• Эндосомально-лизосомальная система. Эндосомы, их типы, строение и функции.</li> <li>• Современная классификация типов эндоцитоза.</li> <li>• Лизосомы: строение и функции. Аутофагия. Аутофагосомы.</li> <li>• Плазмалемма и её производные.</li> <li>• Межклеточные контакты.</li> <li>• Гликокаликс, его функции.</li> <li>• Внеклеточный матрикс.</li> <li>• Типы связи клеток.</li> <li>• Микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты: состав и строение.</li> </ul>	6	Семинар

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Энергетическое обеспечение клетки: митохондрии, хлоропласты, пероксисомы.</li> <li>• Строение и пространственная организация ядра, изменения в ходе клеточного цикла.</li> <li>• Эухроматин и гетерохроматин.</li> <li>• Ядерный матрикс.</li> <li>• Ядрышко: строение и функции.</li> <li>• Упаковка генома.</li> <li>• Структура хромосом.</li> <li>• Клеточный цикл: стадии, микроскопические изменения ядра. Клеточная гибель.</li> <li>• Морфологические характеристики апоптоза и его роль в эмбриогенезе и онтогенезе.</li> <li>• Аутофагия.</li> <li>• Некроз.</li> <li>• Организация клеток в системы. Многоклеточные организмы. Специализация клеток. Ткани.</li> </ul>	8	Семинар
--	---	---------

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Написание письменных работ (курсовая работа, эссе, реферат, доклад и т.п.) не предусмотрено учебным планом или рабочей программой.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

### 6.1. Образовательные технологии

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей.	Обзорная лекция	Семинар	Не предусмотрены
Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.	Лекция-диалог	Семинар	Не предусмотрены
Тема 3. Биомембраны.	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены
Тема 4. Везикулярный транспорт в клетке.	Проблемная лекция	Доклад	Не предусмотрены
Тема 5. Строение рибосом и синтез белка.	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены

Тема 6. Клеточные органоиды.	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены
Тема 7. Ядро.	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

## 6.2. Информационные технологии

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. К учебно-методическим материалам Астраханского государственного университета студенты имеют доступ через официальный сайт университета (<http://asu.edu.ru/>, раздел Образование), образовательный интернет портал АГУ (<http://learn.asu.edu.ru/login/index.php>).

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273">http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273</a> (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232">http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232</a> (Free)	Программы для информационной безопасности
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер

Наименование программного обеспечения	Назначение
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p><a href="http://dlib.eastview.com">Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»</a> <a href="http://dlib.eastview.com">http://dlib.eastview.com</a>  Имя пользователя: AstrGU  Пароль: AstrGU</p>
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов <a href="http://www.polpred.com">www.polpred.com</a>
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <a href="https://library.asu.edu.ru/catalog/">https://library.asu.edu.ru/catalog/</a>
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <a href="https://journal.asu.edu.ru/">https://journal.asu.edu.ru/</a>
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <a href="http://mars.arbicon.ru">http://mars.arbicon.ru</a>
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей.	УК-6	Семинар
2	Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации.	УК-6	Семинар
3	Тема 3. Биомембраны.	УК-6	Семинар
4	Тема 4. Везикулярный транспорт в	УК-6	Доклад

	клетке.		
5	Тема 5. Строение рибосом и синтез белка.	УК-6	Семинар
6	Тема 6. Клеточные органеллы.	УК-6	Семинар
7	Тема 7. Ядро.	УК-6	Семинар

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

**Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

## 7.2. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

### Тема 1. Микроскопические методы изучения клеток и тканей Семинар

1. Основные части светового микроскопа.
2. Что такое разрешающая способность микроскопа?
3. Правила работы с микроскопом.
4. Что такое тёмнопольная микроскопия и её применение при исследовании объектов?
5. Возможности и принципы работы фазовоконтрастной и интерференционной микроскопии в изучении биологических объектов.
6. Конфокальный микроскоп, его возможности.
7. Люминесцентная микроскопия, первичная и вторичная флуоресценция.
8. Принципы работы трансмиссионного электронного микроскопа, его разрешающая способность.
9. Сканирующая электронная микроскопия.
10. Гистологические и гистохимические методы исследования.
11. Количественные методы гистологического исследования.

## **Тема 2. Клетка. Химический состав. Принцип компартментализации Семинар**

1. Какова функция АТФ в организме и откуда она берётся?
2. Какие нуклеотиды вы знаете и каково строение любого нуклеотида?
3. Перечислите значение воды в организме.
4. Какие вещества называются витаминами и какие витамины относят к группе жирорастворимых, какие — к группе водорастворимых?
5. Какова функция липидов в организме (пояснить на примерах)?
6. Какую роль играют в организме следующие химические элементы: фтор, хлор, фосфор, сера?
7. Какие вещества называются регуляторными, какие — сигнальными (примеры)?
8. Какие функции выполняют углеводы в растительных и животных организмах (пояснить на примерах)?
9. Что такое принцип компартментализации клетки и как он характерен для эукариота?
10. Как цитоплазматическая мембрана, мембрана ядра, ЭПС и аппарат Гольджи взаимосвязаны и образуют единую мембранную сеть?
11. Как эта сеть разделяет клетку на отсеки (компартменты), в каждом из которых может идти свой биохимический процесс?
12. Каким образом внутренние мембраны и мембраносвязанные органеллы способствуют компартментализации функций эукариотических клеток?

## **Тема 3. Биомембраны Семинар**

1. История открытия биологических мембран и модели их строения.
2. Общая характеристика липидного бислоя, свойства липидов и их функции.
3. Общая характеристика белков, входящих в биологические мембраны, их свойства и функции. 3
4. Пассивный транспорт через мембрану.
5. Перенос через мембрану макромолекул и микрочастиц.
6. Клеточные оболочки растительных клеток, плазмодесмы.
7. Особенности строения клеточных оболочек грибных и бактериальных клеток.
8. Биологические мембраны, их основные функции.

9. Липидный бислой, особенности его формирования.
10. Физические характеристики бислоя: толщина, электрическое сопротивление.

#### **Тема 4. Везикулярный транспорт в клетке**

##### **Темы для докладов**

1. Определение и значение везикулярного транспорта.
2. Историческое развитие исследования везикулярного транспорта.
3. Механизмы везикулярного транспорта, включая выбор груза, образование и отпочковывание везикулы, удаление белкового покрытия, удержание везикулы и её причаливание, слияние и рециклизацию белков слияния.
4. Виды везикулярного транспорта: эндоцитоз и экзоцитоз.
5. Роль везикулярного транспорта в клеточной коммуникации, обмене веществ и поддержании гомеостаза.
6. Нарушения в везикулярном транспорте и их связь с заболеваниями, например, рядом неврологических и иммунологических нарушений, сахарным диабетом.

#### **Тема 5. Строение рибосом и синтез белка**

##### **Семинар**

1. Что такое рибосома и её основная функция?
2. Где располагаются рибосомы в клетке?
3. Как много молекул тРНК могут одновременно присоединиться к активному центру рибосомы?
4. Как иРНК изменяется при подготовке к трансляции?
5. Каким образом синтезируются тРНК и рРНК, каковы их функции?
6. Что такое «знаки препинания» в иРНК и какое значение они имеют?
7. Как достигается увеличение количества синтезированного белка на основе одной иРНК?
8. Как обеспечивается последовательное считывание каждого триплета иРНК?
9. Почему биосинтез белка происходит в цитоплазме, а не в ядре, где находится необходимая для этого ДНК?
10. Почему молекула ДНК не транспортируется из ядра в цитоплазму, к месту синтеза белка?

#### **Тема 6. Клеточные органоиды**

##### **Семинар**

1. Какие органоиды отвечают за энергию в клетке (митохондрии, ядро, рибосомы)?
2. Какой органоид отвечает за передвижение веществ в цитоплазме (сеть канальцев, клеточный центр, ядро)?
3. Какой органоид отвечает за синтез белка (митохондрия, рибосома, лизосома)?
4. Какой органоид отвечает за деление клетки (ядро, клеточный центр, клеточная стенка)?
5. Какой органоид отвечает за генетический материал (ДНК) (ядро, клеточный центр, цитоплазма)?
6. Какой органоид отвечает за фотосинтез (ядро, хлоропласт, мембрана)?
7. Благодаря какому из свойств липиды составляют основу плазматической мембраны клетки (высокая химическая активность, способность выделять много энергии, нерастворимость в воде, способность к самоудвоению)?
8. Какая наука изучает химический состав, строение и процессы жизнедеятельности клетки (гистология, цитология, экология, эмбриология)?

## Тема 7. Ядро Семинар

1. Почему ядро является важнейшей структурой клетки?
2. Какое вещество ядра клетки является носителем наследственной информации и в каком количестве оно находится в ядре клетки?
3. Какова форма ядра?
4. Чем отделено ядро от цитоплазмы клетки?
5. Каково строение ядерной мембраны?
6. Определите значение пор в ядерной оболочке?
7. Сколько ядер может находиться в клетке эукариот?
8. Чем расположение ядра в растительной клетке отличается от расположения ядра в животной клетке?
9. Как называется внутреннее содержимое ядра?
10. Что такое хроматин?
11. Для чего нужны ядерные белки-гистоны?
12. Какова длина хромосомы человека в растянутом виде?
13. Каково строение хромосомы?
14. Что такое гены?
15. В каком состоянии должен находиться хроматин, чтобы гены могли осуществлять свою работу?
16. Как формируются ядрышки?
17. Какова функция ядрышек?
18. Сколько ядрышек может находиться в клеточном ядре?
19. Как рибосомы попадают в цитоплазму?
20. Что такое кариотип клетки и как доказать, что он неповторим?

### Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. История микроскопии.
2. Разновидности световой и электронная микроскопия, методы подготовки препаратов.
3. Криометоды, электронно-микроскопическая томография.
4. Иммуномикроскопия.
5. Химический состав клетки, асимметрия ионного состава клетки.
6. Типы мелких молекул: строительный материал, источник энергии; регуляторные молекулы (гормоны).
7. Макромолекулы и их эволюция.
8. Белки: содержание и функции в клетке, строение и пространственная организация.
9. Микроскопические методы изучения структуры белков.
10. Фосфолипиды. Фосфолипидный бислой.
11. Фосфолипиды.
12. Сфингомиелин.
13. Стероиды.
14. Холестерол.
15. Углеводы в составе мембран.
16. Диффузия мелких молекул через фосфолипидный бислой.
17. Электронно-микроскопическое строение клеточных мембран. Асимметрия мембран. Свойства мембран.
18. Теория липидных рафтов.
19. Типы белков в мембранах клетки.
20. Функции плазматической мембраны.

21. Взаимодействие с внеклеточными молекулами, передача сигналов.
22. Типы транспорта через мембрану клетки.
23. Ультраструктурная характеристика транспортных пузырьков.
24. Типы «опушенных» пузырьков, «покровные» белки.
25. Клатрин-опушенные пузырьки, молекулярные механизмы их образования.
26. Перенос макромолекул с помощью пузырьков.
27. Транспортные потоки в клетке, их направленность.
28. Сортировка белков, механизмы.
29. Строение рибосом у про- и эукариот.
30. Механизм синтеза белка.
31. Ультраструктурные характеристики синтеза белков.
32. «Мембранный» и «немембранный» варианты синтеза белков в клетках.
33. Эндоплазматический ретикулум (ЭПР): шероховатый и гладкий ЭПР, пространственная организация.
34. Варианты цитологического строения ЭПР при изменениях функционального состояния клетки.
35. Аппарат Гольджи. Строение и функции, особенности пространственной организации.
36. Процессинг белков в аппарате Гольджи: цис- и транс-сеть аппарата Гольджи. Гликозилирование белков.
37. Метаболизм липидов и полисахаридов в аппарате Гольджи.
38. Эндосомы, типы эндоцитоза. Цитоскелет. Лизосомы. Плазмалемма и её производные. Реснички. Митохондрии.
39. Эндосомально-лизосомальная система. Эндосомы, их типы, строение и функции.
40. Современная классификация типов эндоцитоза.
41. Лизосомы: строение и функции. Аутофагия. Аутофагосомы.
42. Плазмалемма и ее производные.
43. Межклеточные контакты.
44. Гликокаликс, его функции.
45. Внеклеточный матрикс.
46. Типы связи клеток.
47. Микрофиламенты, микротрубочки и промежуточные филаменты: состав и строение.
48. Энергетическое обеспечение клетки: митохондрии, хлоропласты, пероксисомы.
49. Строение и пространственная организация ядра, изменения в ходе клеточного цикла.
50. Эухроматин и гетерохроматин.
51. Ядерный матрикс.
52. Ядрышко: строение и функции.
53. Упаковка генома.
54. Структура хромосом.
55. Клеточный цикл: стадии, микроскопические изменения ядра. Клеточная гибель.
56. Морфологические характеристики апоптоза и его роль в эмбриогенезе и онтогенезе.
57. Аутофагия.
58. Некроз.
59. Организация клеток в системы. Многоклеточные организмы. Специализация клеток. Ткани.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>Код и наименование проверяемой компетенции</b>				
<b>УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</b>				
1.	Задание закрытого типа	Элементарная единица молекулярно-генетического уровня организации жизни а) клетка б) биосфера в) ген г) популяция	В	2
2.		Элементарная единица клеточного уровня организации жизни а) клетка б) биосфера в) ген г) популяция	А	2
3.		Элементарная единица организменного уровня организации жизни а) клетка б) биосфера в) ген г) организм	Г	2
4.		Элементарная единица популяционно-видового уровня организации жизни а) клетка б) биосфера в) ген г) популяция	Г	1
5.		Элементарная единица биосферного уровня организации жизни	Б	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		а) клетка б) биогеоценоз в) ген г) популяция		
6.	Задание открытого типа	Описать строение и типы ЭПР.	ЭПР представляет собой систему уплощенных мембранных мешочков, канальцев, цистерн, пузырьков. Вся сеть объединена в единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки и наружной клеточной мембраной. Выделяют два типа ЭПР: гранулярный (шероховатый) и агранулярный (гладкий). Мембраны гранулярного эндоплазматического ретикулума со стороны гиалоплазмы покрыты рибосомами.	5
7.		Какие стадии апоптоза, факторы индукции апоптоза существуют?	В развитии апоптоза можно выделить три стадии: индукторную, эффекторную и стадию деградации. В стадии индукции апоптоза происходит рецепция сигнала и начальные этапы его передачи. В эффекторной стадии активируются каспазы. Этот процесс вызывает необратимые изменения в клетке. В стадии деградации реализуются механизмы гибели клетки. Условно механизмы индукции апоптоза можно разделить на две группы: рецепторные (при действии внешних факторов на специализированные мембранные рецепторы); митохондриальные (при активации внутриклеточных сигналов).	5
8.		Какие существуют формы клеточной гибели?	Известны следующие основные формы гибели клетки или прекращения ее биологической активности с последующим фагоцитозом остатков – это апоптоз (программированная гибель), некроз (гибель при повреждении) и смешанные формы. В частности, при необратимой гибели клеток	5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			почечной ткани, индуцированной токсинами или острой почечной недостаточностью, некроз может включать элементы апоптоза.	
9.		Дать основную характеристику строение рибосом.	Строение рибосомы. Рибосомы обнаружены в клетках всех организмов. Это микроскопические тельца округлой формы диаметром 15-20 нм. Каждая рибосома состоит из двух неодинаковых по размерам частиц, малой и большой. В одной клетке содержится много тысяч рибосом, они располагаются либо на мембранах гранулярной эндоплазматической сети, либо свободно лежат в цитоплазме. В состав рибосом входят белки и РНК. Функция рибосом - это синтез белка.	5
10.		Дать характеристику стадии клеточного цикла.	Клеточный цикл — это период существования клетки. Он может длиться от момента ее появления (который наступает после окончания деления родительской клетки) до момента завершения деления ее самой. Или клеточный цикл длится от момента появления клетки до ее гибели. Чаще клеточный цикл рассматривают как первый случай, т. е. период от момента появления клетки до окончания ее деления. Выделяют следующие последовательно идущие фазы клеточного цикла: 1. Пресинтетический период (G1) 2. Синтетический период (S) 3. Постсинтетический период (G2) 4. Деление клетки: митоз (M)	5

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Курс «Функциональная морфология клетки» состоит из материала теоретического и прикладного характера, который излагается на лекциях, практически осуществляется при проведении практических работ и семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после

изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Дисциплина заканчивается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Половину этих баллов 50 % студент набирает в виде рейтинга в течение семестра, 50 % - зарабатывает на экзамене. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 10 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 20 %;
- практические работы – 20 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

1. Стимулирование повседневной систематической работы студентов;
2. Снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
3. Повышение ответственности в учебе;
4. Исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
5. Создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
6. Повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы;

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	Ответ на занятии	3/2	6	По расписанию
2.	Ответ на семинарском занятии, коллоквиуме	2/5	10	По расписанию
3.	Решение задач	3/3	9	По расписанию
4.	Контрольная работа	3/5	15	По расписанию
<b>Всего</b>			<b>40</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
5.	Посещение занятий		5	По расписанию
6.	Своевременное выполнение всех заданий		5	По расписанию
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>Дополнительный блок</b>				
7.	Зачет			В конце семестра
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

Показатель	Балл
Нарушение учебной дисциплины	-1
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Курс «Функциональная морфология клетки» состоит из материала теоретического и прикладного характера, который практически осуществляется при проведении семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные в ходе самостоятельного изучения, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 20 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 40 %;
- практические работы – 40 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

- стимулирование повседневной систематической работы студентов;
- снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
- повышение ответственности в учебе;
- исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
- создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
- повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

#### **а) Основная литература:**

1. Буданцев А.Ю. «Основы гистохимии». Электронный макет учебного пособия, 4 раздела. Пушино, 2008. Электронное издательство «Аналитическая микроскопия», 2008.
2. Быков В.Л. Цитология и общая гистология: Функциональная морфология клеток и тканей человека: Учебник для мед. ин-тов. – Санкт-Петербург: СОТИС, 2002. – 520 с.
3. Заварзин А.А. Биология клетки: общая цитология: учебник для студентов биологических специальностей высших учебных заведений. А.А. Заварзин, А.Д. Харазова, М.Н. Молитвин; С.-Петербург. ун-т. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 1992. – 320 с.
4. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Т. I : с задачами Д. Уилсона и Т. Ханта / Б. Альбертс [и др.]; Пер. с англ. А.А. Светлова, О.В. Карловой; Под ред. А.А. Миронова, Л.В. Мочаловой. - М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика"; Ин-т компьютерных исследований, 2013. - 808 с.
5. Световая микроскопия в биологии. Методы: Пер. с англ./Под ред. А. Лейси. – М.: Мир, 1992. – 464 с.
6. Тейлор Д. Биология: в 3-х т. Т. 1 / под ред. Р. Сопера. - М.: Мир, 2001. - 454 с. - (Лучший зарубежный учебник).
7. Ченцов Ю.С. Общая цитология: (Введение в биологию клетки: [Учебник для вузов по направлению и спец. "Биология"]. Ю.С. Ченцов – 3-е изд., перераб. и доп. – М. Изд-во МГУ, 1995. – 384с.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Дерябин Д. Г. Функциональная морфология клетки. Медицина и здоровье. ЗОЖ, Медицинские науки. здравоохранение -2005- с.310://izbe.ru/book/337617-funkcionalnaya-morfologiya-kletki-d-g-deryabin/
2. Практикум по цитологии / под ред. Ю.С. Ченцова. - М.: МГУ, 1988. - 294 с. - 0-85. Верещагина, В.А. Основы общей цитологии: доп. М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. пособ. для вузов... по спец. и направлению "Биология". - 2-е изд.; перераб. - М.: Академия, 2007. - 176 с. - (Высшее проф. образование).
3. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию: Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов университетов. - 4-е изд.; перераб. и доп. - М.: ИКЦ Академкнига, 2004. - 495 с.
4. Ченцов, Ю.С. Общая цитология. - М.: МГУ, 1978. - 344 с. : ил. - 1-10, 1000-00.

#### **в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля):**

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

*Учетная запись образовательного портала АГУ*

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru). *Регистрация с компьютеров АГУ*

Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>

Электронная библиотечная система IPRbooks. [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для проведения лекционных и практических занятий используется интерактивная форма проведения занятий с применением компьютера и мультимедийного проектора в специализированной аудитории (№101, 213).

Астраханский госуниверситет предоставляет студентам возможность пользоваться: современной учебной и монографической литературой по биологии, научными периодическими изданиями России.

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико- педагогической комиссии (ПМПК).