

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ключевой центр дополнительного образования детей  
«Дом научной коллаборации имени В.И. Вернадского»  
(ДНК им. В.И. Вернадского»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО «УдГУ»

« » 2020 г.



Директор ДНК им. Вернадского

« » 2020 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
**ЗНАКОМСТВО С МИКРОМИРОМ**

Срок реализации: 1 год

Возраст обучающихся: 11-13 лет

Базовый уровень

Разработчики:

Черенков И.А., к.б.н., доцент кафедры КФКБиБ ИЕН

Сергеева Т.Н., старший преподаватель кафедры КФКБиБ ИЕН

## **1. Пояснительная записка**

**Дополнительная общеобразовательная программа «Знакомство с микромиром»** имеет естественнонаучную направленность.

Потребность в широком разнообразии программ естественнонаучного направления определяется включением в перечень Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации, утвержденный Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. №899 раздела «Науки о жизни». Результатом реализации этого направления должны стать важнейшие наукоемкие технологии: биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные, биомедицинские и ветеринарные, геномные, протеомные и постгеномные, клеточные и биоинженерные. Очевидно, что реализация этих направлений невозможна без высококвалифицированных специалистов, подготовку которых необходимо начинать как можно раньше.

Школьная программа не может в полной мере обеспечить практические навыки использования современных научных технологий, организовать последовательную работу по вовлечению учащихся в научные проекты высокого уровня. В традиционной школьной программе сложным разделам биологии и развитию, связанных с ними практических умений и навыков не уделяется достаточного времени, поэтому возникает необходимость внедрения дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ, дающим детям получить более глубокое представление о задачах, стоящих перед естественными науками, методах получения научных знаний, областях их применения, а также освоить элементарные исследовательские технологии.

**Отличительными особенностями** программы являются модульность, широкий спектр практических работ, знакомство с современным научным оборудованием, реализация программы на базе лабораторий классического университета с привлечением высококвалифицированных преподавателей и научных сотрудников.

### **Категория обучающихся (адресат программы)**

Программа адресована обучающимся возрастом от 11 до 13 лет, имеющими, предусмотренные школьной программой, базовые представления в области дисциплин естественнонаучного цикла (биологии, химии, физики).

**Формы организации образовательного процесса:** экскурсии, лекции, семинары, практикумы, беседы индивидуальные и фронтальные, круглый стол, диспут, дебаты.

### **Сроки реализации программы, режим занятий и формы**

Объем программы - 72 часа. Срок освоения программы 1 год.

Занятия проводятся в разновозрастных группах по 10-13 человек в форме лекций, практических и лабораторных занятий.

Режим занятий в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к образовательной организации дополнительного образования. Режим проведения занятий: 1 раз в неделю по 2 часа.

**Форма реализации** – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

При использовании дистанционных образовательных технологий в системе электронного обучения УдГУ <http://distedu.ru> создан электронный курс, являющийся обязательным элементом обучения.

Он содержит информационные материалы (в том числе фрагменты видеолекций), ссылки на внешние ресурсы, базу тестовых заданий и ситуационных задач и будет использован для текущей и итоговой аттестации, знакомства с дополнительными материалами и помощи в подготовке рефератов.

## **2. Цель и задачи программы:**

### **Цель:**

Развитие интереса к изучению естественных наук, а также формирование представлений о современных методах исследования и базовых

навыков исследовательской работы с использованием современного научного оборудования.

**Задачи:**

1. Сформировать представления об устройстве и принципах работы современных микроскопов, а также устойчивые навыки работы с ними.
2. Сформировать базовые представления и навыки подготовки биологических объектов к исследованию в световом микроскопе.
3. Развить естественнонаучное мировоззрение, элементы научного мышления, критического отношения к искажению естественнонаучной картины мира, а также научное представление о строении, разнообразии и основных процессах жизнедеятельности клеток.
4. Развить способности формулировать и аргументировать основные научные положения в области микроскопической техники и клеточного строения организмов
5. Развить навыки самодисциплины и разумной самостоятельности при выполнении лабораторных работ, поддержании порядка на рабочем месте, аккуратность при выполнении исследовательских манипуляций и работе в лаборатории.

**3. Планируемые результаты**

Предметными результатами освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы учащимися являются следующие знания и умения:

1. Знать устройство и принципы работы микроскопов различных типов.
2. Демонстрировать устойчивые навыки работы с современными оптическими микроскопами.
3. Владеть базовыми навыками подготовки биологических объектов к исследованию в световом микроскопе.
4. Формулировать основные научные представления о строении, разнообразии и основных процессах жизнедеятельности клеток.

5. Демонстрировать элементы научного мышления: выдвижение гипотезы, на основании имеющихся фактов, планирование эксперимента, анализ экспериментальных данных и формулировка выводов.

6. Уметь формулировать и аргументировать основные научные положения в области микроскопической техники и клеточного строения организмов

Метапредметными результатами освоения, учащимися содержания программы по формированию умения проектировать свою деятельность являются следующие умения:

1. Демонстрировать основы естественнонаучного мировоззрения, элементы научного мышления, критическое отношение к искажению естественнонаучной картины мира.

2. Владение способностью формулировать и аргументировать основные научные положения в области микроскопической техники и клеточного строения организмов.

3. Демонстрировать основы культуры научного общения.

Личностными результатами освоения, учащимися содержания программы по формированию умения проектировать свою деятельность являются следующие умения:

1. Ответственно относиться к выполнению требований техники безопасности и правилам поведения в биологических лабораториях.

2. Демонстрировать навыки аккуратности при выполнении исследовательских манипуляций и работе в лаборатории.

3. Владеть навыками самодисциплины и разумной самостоятельности при выполнении лабораторных работ и поддержании порядка на рабочем месте.

#### 4. Учебно-тематический план

№ п.п.	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	<b>Модуль 1. На пути в микромир: микроскопы</b>				
1.1.	История микроскопа	6	4	2	Ситуационные задачи (кейсы)
1.2.	Как устроен микроскоп?	6	2	4	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
1.3.	Как приготовить микропрепарат?	8	2	6	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
1.4.	Микроскоп и компьютер	4	1	5	Тесты, ситуационные задачи. Подготовка реферата (кейсы)
Итого часов по разделу		24	10	14	
2	<b>Модуль 2. Обитатели микромира</b>				
2.1.	Вирусы и бактерии	6	4	2	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
2.2.	Грибы и микроводоросли	4	2	2	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
2.3.	Простейшие	8	2	6	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
2.4.	Практическое значение жителей микромира	6	2	4	Тесты, ситуационные задачи. Подготовка реферата (кейсы)
Итого часов по разделу		24	10	14	
3	<b>Модуль 3. Клетки и ткани</b>				
3.1.	Растительная клетка. Тканевая организация растений	8	2	6	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
3.2.	Особенности клеток животных	8	2	6	Тесты, ситуационные задачи (кейсы)
3.3.	Ткани животных	8	2	6	Тесты, ситуационные задачи. Подготовка реферата (кейсы)

Итого часов по разделу	24	6	18	
<b>Всего часов</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>46</b>	

### Содержание программы

Программа построена по модульному типу и включает в себя три модуля:

#### Модуль 1. На пути в микромир: микроскопы

##### 1.1. Тема. История микроскопа

**Теория:** Предпосылки для создания микроскопа. Лупа. Микроскопы Левенгука. Многолинзовый микроскоп. Микроскопы Янсенов, Галлилея, Дреббеля. Микроскоп Гука. Работы Аббэ. Оптические микроскопы современного типа. Какие открытия позволил совершить микроскоп. История создания электронного микроскопа.

**Практика:** Интерактивная экскурсия в лабораторию иммуногистохимии. Правила поведения и техники безопасности в биологической лаборатории.

**Кейс:** **«Можно ли самому изготовить микроскоп?»** (практическое изготовление линз для микроскопов Левенгука). *Организуем работу в микрогруппах. Одной группе поручаем поиск информации об устройстве микроскопа Левенгука, второй о технологиях изготовления линз, третьей об объектах, которые использовал Левенгук. Заслушиваем представление результатов. Обсуждаем оборудование и материалы. (Часть (оправу) можно подготовить заранее согласовано с уроком технологии). Каждая группа. Изготавливаем линзы. Вставляем в оправу. Испытываем. У каждой группы свой объект (можно волокна ваты, нити различных тканей, кусочки бумаги). Фотографируем и готовим презентацию*

##### 1.2. Тема. Как устроен микроскоп?

**Теория:** Физические принципы получения изображения в оптическом микроскопе. Увеличение. Разрешающая способность. Принципы работы и устройство электронного микроскопа. Специальные микроскопы: темнопольный, интерференционный, люминесцентный, конфокальный.

**Практика:** Устройство механической части микроскопа: штатив, тубус, револьверный механизм, макровинт, микровинт, предметный столик, препаратодитель. Осветительная часть микроскопа: источники света, конденсор. Настройка освещения. Оптическая часть микроскопа: объективы «сухие» и иммерсионные, окуляры. Правила работы с микроскопом. Кейсы «Как научить друга устройству микроскопа?» (взаимообучение), *Организуем работу в трех микрогруппах. Роли внутри группы «докладчик», «обучаемый», «рецензент». «Докладчик» должен объяснить «обучаемому» как устроен микроскоп. «Обучаемый» задает уточняющие вопросы. «Рецензент» оценивает объяснения. Может задавать вопросы. Затем из каждой группы приглашаем к выступлению по одному человеку (докладчика, обучаемого и рецензента). Аудитория может задавать вопросы и дополнять. Подводим итог.*

**«Какая часть микроскопа самая важная?».** *Организуем работу в трех микрогруппах. Одна группа «Механики», вторая «Оптики» и третья «Осветители». Даем время на работу в микрогруппе. Задача доказать, что их часть самая важная, наглядно аргументируя свое мнение. Наставник может консультировать микрогруппы. После подготовки выбираем докладчика от каждой группы. Слушатели могут задать по три вопроса от микрогруппы. Подводим итог.*

Интерактивная экскурсия в лабораторию электронной микроскопии.

### **1.3. Как изготовить микропрепарат**

**Теория:** Требования к объектам для изучения в оптическом микроскопе. Микротомы и микротомия. Подготовка образцов для микротомии: фиксация, обезвоживание, заливка в парафин. Криостаты. Заморозка биологических образцов: способы, криопротекторы, хранение биологических образцов. Красители для микроскопии. Способы окраски. Подготовка препаратов для электронной микроскопии.

**Практика:** Изготовление временных микропрепаратов волокон ваты. Окраска учебных временных препаратов йодом и метиленовым синим. Кейс «Нам



**мешают воздушные пузырьки!»): как изготовить качественный препарат.**

*Демонстрируем пузырьки воздуха под микроскопом. Организуем работу в трех микрогруппах, обеспечив их предметными и покровными стеклами, волокнами ваты водой. Задача первая: изготовить препарат с максимальным количеством воздушных пузырьков. Описать факторы, позволившие это сделать. Продемонстрировать результат. Задача вторая: избавиться от пузырьков не повреждая препарат. Описать опробованные способы. Продемонстрировать результат. Задача третья: изготовить препарат с минимальным количеством пузырьков. Описать факторы, позволившие это сделать. Продемонстрировать результат. Выступают представители каждой группы с результатами 1-3 задач. Подводим итог – формулируем секрет хорошего препарата*

Интерактивная экскурсия в лабораторию иммуногистохимии: работа с криостатом и микротомом.

#### **1.4. Микроскоп и компьютер**

**Теория:** Цифровые микроскопы. Камеры для микроскопов. Цифровые технологии в электронной микроскопии: colorTEM, colorSEM.

**Практика:** Получение цифровых микрофотографий. **Кейс: «Может ли крутой мобильник сделать оптический микроскоп цифровым?»): что мешает получению качественных цифровых микрофотографий.**

*Организуем работу в трех микрогруппах, поручив им изготовить временный препарат из кожицы лука. Можно использовать разные красители. Предлагаем сделать микрофотографию при помощи камеры смартфона. Демонстрируем результаты. Выясняем трудности. Записываем на доске. Решаем как их преодолеть. Используя цифровой микроскоп делаем фотографии. Сравниваем. Подводим итоги.*

Анализ цифровых изображений. Знакомство с программами для обработки микроизображений.

### **Модуль 2. Обитатели микромира**

#### **2.1. Вирусы и бактерии**

**Теория:** Строение вирусов. Жизненный цикл вируса. Разнообразие вирусов. Бактериофаги. Классификация микроорганизмов. Бактериальная клетка под световым и электронным микроскопом. Разнообразие форм бактерий. Обмен веществ и жизненные процессы бактериальных клеток. Цианобактерии: особенности строения клеток, фотосинтетические процессы, эволюционное значение

**Практика:** Способы окраски бактериальных клеток. Получение микрофотографии и определение размера бактериальных клеток. **Кейс: «Как измерить клетку?»: способы определения размеров микрообъектов.** *Организуем работу в двух микрогруппах, предоставив им объект-микрометры. Просим найти информацию о методах измерения микрообъектов. Модельный объект дрожжевые клетки. Первая группа имеет в распоряжении цифровой микроскоп. Вторая оптический микроскоп с окуляр-микрометром. А можно ли обойтись без микроскопа?*

Культивирование бактерий. Подсчет числа клеток в культуре. Методы стерилизации.

## **2.2. Грибы и микроводоросли**

**Теория:** Особенности строения клеток грибов. Дрожжевая клетка. Обмен веществ и жизненные процессы дрожжевой клетки. Одноклеточные водоросли. Особенности строения клеток. Классификация водорослей.

**Практика:** Культивирование дрожжей. Кейс: «Профессии дрожжей»: как и для каких целей используются дрожжи в биотехнологии и медицине. Способы окраски дрожжевых клеток. Подсчет числа клеток в культуре. Микрофотографии дрожжевых клеток. Выращивание водорослей в культуре. Исследование водорослей под микроскопом. Подсчет клеток. Микрофотографии клеток водорослей. Люминесцентная микроскопия клеток водорослей. **Кейс «Почему водоросли светятся?»: пигментный состав водорослевой клетки и свойства пигментов.** *Демонстрируем микрофотографии люминесцентной микроскопии водорослевых клеток. Организуем работу в двух микрогруппах, поручив им дома провести поиск*

*информации и подготовить сообщения о биолюминесценции (первая группа), пигментах клеток водорослей (вторая группа). Заслушиваем сообщения. Подводим итог. Какие еще клетки будут светиться? Каким цветом ?*

### **2.3. Простейшие**

**Теория:** Проблема классификации простейших. Строение клеток простейших. Амеба. Особенности строения клеток и жизнедеятельности саркодовых. Разнообразие и распространение амеб. Жгутиконосцы. Особенности строения клеток и жизнедеятельности жгутиковых. Разнообразие и распространение жгутиковых. Инфузории. Особенности строения клеток и жизнедеятельности инфузорий.

**Практика:** Раковинные амебы. Фораминиферы. **Кейс: «Как и для чего разводят простейших»: культивирование амеб, культивирование инфузорий.** Особенности микроскопического изучения простейших. **Кейс «Как рассмотреть быструю парамецию?»: разработка и проверка способов контроля активности простейших.** Техники окраски простейших. Микрофотографии. Наблюдения над живыми клетками. Таксисы. **Кейс «Что любит (не любит) туюфелька?»: разработка метода демонстрации таксисов**

### **2.4. Практическое значение жителей микромира**

**Теория:** Бактерии-возбудители заболеваний. Антибиотики. Проблема антибиотикорезистентности. Микробиом и его роль в жизнедеятельности человека. Бактерии и грибы как объект биотехнологии. Микробиологические производства. Рекомбинантные лекарственные препараты. Микробиологическая рекультивация загрязненных почв. Микробные удобрения. Микробные сенсоры и топливные элементы. Простейшие-паразиты. Особенности строения клеток паразитов. Жизненные циклы простейших-паразитов. Социальные и индивидуальные меры защиты от заражения.

**Практика:** Изучение постоянных микропрепаратов простейших-паразитов. Жизненные циклы простейших-паразитов. Социальные и индивидуальные меры защиты от заражения. **Кейс «Как победить малярию?»: разработка**

**системы методов профилактики малярии и других протозойных заболеваний.**

### **Модуль 3. Клетки и ткани**

#### **3.1. Растительная клетка**

**Теория:** Растительная клетка под световым микроскопом. Клетка, с которой все началось. Клетки пробки. Электронномикроскопическое строение растительной клетки. Органеллы. Цитоплазматические включения. Цитозоль. Ядро. Деление клеток. Тканевая организация растений.

**Практика:** Изготовление временных препаратов кожицы лука. Окраска растительных клеток различными красителями. Получение микрофотографий. Временный препарат листа элодеи. Хлоропласты. Наблюдение движения хлоропластов. Видеомикроскопия подвижности хлоропластов. **Кейс: «От чего зависит подвижность хлоропластов»:** разработка экспериментальной модели для исследования факторов, влияющих на движение пластид. Наблюдение люминесценции хлорофилла. Получение микрофотографий. Деление растительной клетки. **Кейс: «Определение длительности митоза и его стадий на постоянном препарате... Это невозможно?»:** разработка метода анализа препаратов для оценки митотической активности.

#### **3.2. Особенности клеток животных**

**Теория:** Животная клетка под оптическим микроскопом. Электронномикроскопическое строение животной клетки. Органеллы. Цитоплазматические включения. Цитозоль. Ядро.

**Практика:** Изготовление временных препаратов буккального эпителия. Изучение постоянных микропрепаратов клеток животных. Получение микрофотографий клеток. Деление животной клетки. Изготовление временных препаратов

#### **3.3. Ткани животных.**

**Теория:** Определение понятия «ткань». Виды тканей. Общие характеристики клеток в составе тканей. Межклеточное вещество. Его состав и свойства.

**Практика:** Изучение постоянных микропрепаратов эпителиальной, соединительных, мышечной и нервной ткани. **Кейс: «Можно ли быть многоклеточным без тканей?»: мозговой штурм на тему эволюции многоклеточности.**

## **Организационно-педагогические условия**

### **Условия реализации программы:**

#### **Материально-техническая база**

Занятия проводятся на базе кафедры физиологии, клеточной биологии и биотехнологии. Аудитории, задействованные в учебном процессе, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Для проведения занятий лекционного типа имеются наборы демонстрационного оборудования, наглядный раздаточный материал и презентации, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие всем модулям рабочей программы.

Для проведения лабораторных работ в аудиториях имеются микроскопы различных типов, наборы микропрепаратов, предметные и покровные стекла, красители для изготовления временных микропрепаратов. Часть оборудования размещена в учебно-научной лаборатории иммуногистохимии, где будет организована работа с микрогруппами и проведение тематических экскурсий. Отдельные занятия, связанные с цифровой микроскопией и тестированием, будут проводиться в компьютерных классах. Материально-техническая база аудиторий соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов работ.

Для реализации программы имеется необходимое высокотехнологичное оборудование:

1. Микроскопы «Микромед 1 LED (бино-, 1000x) с комплектом объективов x4, x10, x40, x100 (масляная иммерсия), встроенная светодиодная подсветка, напряжение питания 220 в.

2. Микроскоп цифровой Биолаб В-3 LCD с интегрированным LCD-дисплеем, цифровой камерой высокого разрешения и картой памяти большого объема. Изображения, получаемые на дисплее, а также видеоролики можно сохранить на карту памяти. Встроенная светодиодная подсветка, напряжение питания 220 в.

3. МБС-100Т Биолаб (тринокулярный) с непрерывным увеличением в диапазоне 7,5-50х (с окулярами 10х) или 15-100х (с окулярами 20х). Снабжен кольцевым осветителем с бестеневым освещением объекта; тринокулярная оптическая головка с независимым оптическим каналом для установки видеоокуляра; высокий штатив; возможность работы в проходящем и падающем свете для работы с прозрачными объектами. Встроенная светодиодная подсветка, напряжение питания 220 в.

4. Морозильник DW-86W100. Для хранения биологических образцов<sup>1</sup>

5. Наборы постоянных микропрепаратов.

6. Ротационный микротом Accu-C Sakura Finetek Europe B.V. для изготовления парафиновых срезов тканей для последующих гистологических исследований

7. Криостат Shandon CryotomeE, Thermo Electron Corporation, для изготовления срезов из образцов ткани при быстрой заморозке для исследования под микроскопом

8. Ультрамикротом SEO-UMC «Sumy Electron Optics» (SEO) для получение ультратонких и полутонких срезов с твердых объектов для светового и электронно-микроскопического исследования

9. Цифровой люминесцентный микроскоп Nikon Eclipse 200

10. Лицензионное ПО для обработки и анализа изображений ImagePro Plus 7.0

11. Микроскоп сканирующий зондовый NT-MDT SOLVER

12. Микроскоп электронный сканирующий S50 EDAX PRIME EDS (FEI Inspect)

13. Компьютерный класс на 15 посадочных мест

---

<sup>1</sup> Позиции 1-5 предполагаются к приобретению для Дома научной коллаборации. Остальные имеются в университете

## **Кадровые условия**

Программа обеспечена научно-педагогическими работниками, соответствующими квалификационным характеристикам. Все специалисты имеют многолетний опыт работы по направлению подготовки данной программы. Организовывать лабораторные работы и обслуживать научное оборудование будут квалифицированные лаборанты и инженеры, имеющие профильное высшее образование.

## **Формы аттестации и оценочные материалы**

Основной формой аттестации является ситуационные задачи по работе с микроскопом, изготовлению микропрепаратов, знание и соблюдение правил поведения и техники безопасности в биологической лаборатории, получению и анализу микрофотографий, анализу электронограмм, получению культур простейших и дрожжей. (Приложение1)

По ряду тем предусмотрена подготовка и защита рефератов, а также выполнение тестовых заданий.

## **Методическое обеспечение программы**

Для обеспечения данной программы на кафедре физиологии, клеточной биологии и биотехнологии имеются авторские учебно-методические пособия («Основы цитологии», «Основы общей гистологии» и др. (см. список литературы)), содержащие описания практических работ.

Научной библиотекой университета осуществляется подписка на лицензионные российские и зарубежные информационные базы данных, в том числе, по профилю образовательной программы. Обучающимся будет обеспечен доступ к электронно-библиотечным системам:

- УДНОЭБ (Удмуртская научно-образовательная электронная библиотека), обеспечивающая возможность индивидуального доступа каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) "Лань" - ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства Лань и других ведущих



издательств учебной литературы по естественным, техническим и гуманитарным наукам.

– Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу.

– Для дистанционной поддержки курса в системе электронного обучения УдГУ <http://distedu.ru> будет создан электронный курс, являющийся обязательным элементом обучения. Он содержит информационные материалы (в том числе фрагменты видеолекций), ссылки на внешние ресурсы, базу тестовых заданий и ситуационных задач и будет использован для текущей и итоговой аттестации, знакомства с дополнительными материалами и помощи в подготовке рефератов

### Календарный учебный график

Первое полугодие	Сентябрь	1	1	
		7	2	У, А
		14	3	У, А
		21	4	У, А
		28	5	У, А
	Октябрь	5	6	У, А
		12	7	У, А
		19	8	У, А
		26	9	У, А
	Ноябрь	2	10	У, А
		9	11	У, А
		16	12	У, А
		23	13	У, А
		30	14	У, А
	Декабрь	7	15	У, А
		14	16	У, А
		21	17	У, А
		28	18	К
Январь	4	19	К	
Второе полугодие		11	20	У, А
		18	21	У, А
		25	22	У, А
	Февраль	1	23	У, А
		8	24	У, А
		15	25	У, А
	22	26	У, А	

	Март	1	27	У, А
		8	28	У, А
		15	29	У, А
		22	30	У, А
		29	31	У, А
	Апрель	5	32	У, А
		12	33	У, А
		19	34	У, А
		26	35	У, А*
	Май	3	36	У, А
		10	37	У, А
		17	38	У, А
		24	39	ИА
		31	40	К

Обозначения: У – учебные занятия по расписанию; А – аттестация (текущая); ИА – итоговая аттестация; К - Каникулы

## Список литературы

### Список литературы для педагога:

#### Основная:

1. Terminologia Histologica. Международные термины по цитологии и гистологии человека с официальным списком русских эквивалентов / Federative International Committee on Anatomical Terminology (FICAT), Рос. гистол. номенклатур. комис., Рос. мед. науч. о-во анатомов, гистологов и эмбриологов ; под ред.: В. В. Банина, В. Л. Быкова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 272 с.
2. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология : учеб. для студентов мединститутов / В. Л. Быков. - Санкт-Петербург : Сотис, 2013. - 520 с.
3. Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистология: Руководство Под ред. С.А. Корсуна. Пер. с англ. С.А. Карпова. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — 495 с, ил.
4. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию : учеб. для студентов ун-тов, обуч. по направлению 510600 "Биология" и биол. спец. / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2015. - 493, [1] с.

5. Клетки : [учебник] / ред.: Б. Льюин, Л. Кассимерис, В. П. Лингаппа [и др.] ; пер. с англ. И. В. Филипповича ; пер. под ред. Ю. С. Ченцова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 951 с.

#### **Дополнительная**

6. Лекции по биологии клетки : учеб. пособие / М-во здравоохранения РФ, ГБОУ ВПО "Ижевская государственная медицинская академия", каф. биологии с экологией ; авт.-сост.: Н. Н. Чучкова, И. А. Черенков, Н. А. Юминова [и др.]. - 2-е изд., стер. - Ижевск : ИГМА, 2014. - 165 с.

7. Свищев, Г. М. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки / Г. М. Свищев. - М. : Физматлит, 2011. - 120 с.

#### **Список литературы для обучающихся:**

##### **Основная:**

8. Быков, В. Л. Гистология, цитология и эмбриология : атлас : учеб. пособие для вузов / В. Л. Быков, С. И. Юшканцева. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 293 с.

9. Сергеева, Т. Н. Основы общей гистологии : учеб.-метод. пособие / Т. Н. Сергеева, И. А. Черенков, В. Г. Сергеев, М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО "Удмуртский государственный университет", Ин-т естеств. наук. - Ижевск : Удмуртский университет, 2017. - 62, [1] с. Режим доступа : <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/15788>.

10. Билич, Г. Л. Биология. Полный курс : учеб. пособие : в 3-х т. Т.3. Зоология / Г. Л. Билич, В. А. Крыжановский. - 3-е изд., стер. - Москва : Оникс, 2005. - 542, [1] с.

11. Билич, Г.Л. Биология. Полный курс : учеб.пособие : В 3т. Т.1. Анатомия / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. - М. : Оникс 21 в., 2002. - 862,[1]с.

12. Билич, Г.Л. Биология. Полный курс : учеб.пособие : В 3т. Т.2. Ботаника / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. - М. : Оникс 21 в., 2002. - 542,[1]с.

##### **Дополнительная**

13. Контрольные материалы по цитологии : учеб.-метод. пособие / И. А. Черенков, О. А. Вежеева, Т. Н. Сергеева [и др.], М-во образования и науки РФ,

ФГБОУ ВПО "Удмуртский государственный университет", Ин-т естеств. наук, Каф. анатомии и физиологии человека и животных. - Ижевск : [Удмуртский университет], 2015. - 61 с. : Режим доступа : <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/14083>.

14. Черенков, И. А. Основы цитологии : учеб.-метод. пособие / И. А. Черенков, Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Удмуртский государственный университет", Ин-т естеств. наук. - Ижевск : [Удмуртский университет], 2015. - 42, [1] с. Режим доступа : <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/handle/123456789/13913>. -

15. Гистология в кратком изложении : текст и атлас (на рус. и англ. яз.) : учеб. пособие для вузов / Т. А. Ноздрин, Т. А. Белоусова, Г. А. Пьявченко [и др.] ; под ред.: В. И. Ноздрина, Ю. Т. Волкова. - Москва : АО "Ретиноиды", 2019. - 374 с.

16. Основы цитологии и молекулярной биологии клетки : учеб. пособие для внутривуз. применения / М-во здравоохранения РФ, ГБОУ ВПО "Ижевская государственная медицинская академия", Каф. биологии с экологией ; сост.: Н. Н. Чучкова, И. А. Черенков, Н. А. Юминова [и др.] ; рецензент: В. Г. Сергеев, М. Б. Петрова. - Ижевск : ИГМА, 2015. - 91 с.

## Приложение 1.

### Контрольно-измерительные материалы

#### Типовые ситуационные задачи

##### *1. Заполните пропуски в следующих утверждениях:*

- А) В световом микроскопе выделяют 3 системы – \*\*\*\*\*, \*\*\*\*\*, \*\*\*\*\*.
- Б) К оптической системе относятся \*\*\*\*\* и \*\*\*\*\*.
- В) Осветительная система включает \*\*\*\*\* (или \*\*\*\*\*) и \*\*\*\*\*, рассеивающий либо концентрирующий свет.
- Г) Механическая система состоит из массивного \*\*\*\*\*; \*\*\*\*\* (в который вставляется окуляр); \*\*\*\*\* со сменными объективами; регулирующего фокусное расстояние \*\*\*\*\*; осуществляющего тонкую коррекцию резкости \*\*\*\*\*; винта \*\*\*\*\*; \*\*\*\*\* (на который помещается предметное стекло с микропрепаратом).
- Д) Живые неокрашенные клетки, мелкие прозрачные объекты изучают при помощи \*\*\*\*\* микроскопии, основанной на эффекте Тиндаля – свечении отраженным светом мелких (менее 0,2 мкм) структурных элементов объекта при \*\*\*\*\* освещении.
- Е) С использованием специальных оптических фильтров и красителей, поглощающих свет одной длины волны и излучающих свет другой (большей) длины волны, осуществляется \*\*\*\*\* микроскопия.
- Ж) К оптико-электронным относится \*\*\*\*\* микроскоп, преобразующий оптический сигнал в аналоговый электрический, а затем в цифровой. Часто в качестве осветителя применяют лазер, фокусирующий свет в отдельную анализируемую точку; общее изображение строится путем сканирования и обрабатывается компьютером.
- З) Тонкая структура ЭПС, комплекса Гольджи, клеточного центра и др. была изучена с помощью \*\*\*\*\* микроскопа. Принцип его работы основан на концентрации магнитными линзами потока электронов, которые, пройдя сквозь объект на \*\*\*\*\* срезе, формируют изображение на фотопластинке или

специальном экране. Поверхностную конфигурацию клеток позволяет изучить \*\*\*\* микроскоп.

**2. Рассчитайте разрешающую способность светового микроскопа по формуле:**

$$d = \frac{0,61 \cdot \lambda}{n \cdot \sin \alpha},$$

где  $\lambda$  – длина волны применяемого света,  $n$  – коэффициент преломления среды между линзой объектива и объектом,  $\alpha$  – угол отклонения лучей от оптической оси; – численная апертура объектива, характеризующая светособирающую способность линз.

Для обычных («сухих») объективов апертура не превышает 1, а для иммерсионных может достигать 1,4. Величина  $\lambda$  лежит в пределах 0,4 (фиолетовая часть спектра) – 0,7 (темно-красная часть спектра) мкм: а) при использовании обычного объектива и длине волны 0,6 мкм (600 нм); б) при использовании иммерсионного объектива и длине волны 0,4 мкм (400 нм).

**3. Рассчитайте общее увеличение светового микроскопа, оснащённого**

а) окуляром  $\times 7$ , объективом  $\times 8$ ;

б) окуляром  $\times 15$ , объективом  $\times 40$ ;

в) окуляром  $\times 10$ , объективом  $\times 90$ . Удастся ли выявить новые детали изображения, если применить окуляр  $\times 15$ ? Объясните.

**4. Рассчитайте разрешающую способность электронного микроскопа по формуле, приведённой в задаче №1, при длине волны 0,05 Å (0,005 нм) и апертуре объектива 0,001525.**

**5. Решите задачу:**

На гистологическом препарате среза печени изучено 820 клеток-гепатоцитов. Из них 12 находятся на стадии профазы митоза, 7 – метафазы, 3 – анафазы, 5 – телофазы; остальные клетки в интерфазном состоянии. Рассчитайте митотический индекс. В каких тканях может отмечаться высокая митотическая активность?

**6. Решите задачу:**

Перед Вами – 3 микрофотографии: метафаза митоза, метафаза-I мейоза и метафаза-II мейоза. Как их отличить?

### **7. Решите задачу:**

Рассчитайте митотические индексы по предложенным рисункам с гистологических препаратов

### **Темы для подготовки рефератов**

1. Использование увеличительных приборов в биологии и медицине.
2. Люминесцентная микроскопия
3. Микроскопия в темном поле
4. Конфокальная микроскопия
5. Атомно-силовая микроскопия
6. Сканирующая электронная микроскопия
7. Основные системы оптических увеличительных приборов, их устройство.
8. Что такое дифракционный барьер? Как его преодолевают в современной микроскопии?
9. Методы культивирования растительных клеток
10. Автофлуоресценция биологических объектов.

### **Примеры тестовых заданий**

1. Выберите правильный ответ. К прокариотам относятся:  
а) бактерии; б) бактерии и синезелёные водоросли; в) вирусы и бактерии; г) бактерии, вирусы и грибы
2. Выберите правильный ответ. В прокариотической клетке отсутствуют:  
а) ядро и рибосомы; б) ядро, рибосомы и митохондрии; в) мембранные органеллы; г) митохондрии и клеточная стенка
3. Выберите правильный ответ. Для эукариот характерно наличие:  
а) комплекса Гольджи и хромосомы в виде кольцевой молекулы ДНК; б) центриолей, комплекса Гольджи, ядерной оболочки; в) муреиновой клеточной стенки, ЦПС, капсулы; г) включений полифосфатов, вакуолей, мезосом
4. Выберите правильный ответ. В животной клетке отсутствует:

а) клеточная стенка; б) включения и клеточная стенка; в) включения; г) клеточная стенка и пластиды

5. Выберите правильный ответ. Составные части цитоплазмы:

а) органеллы и включения; б) мембранные и немембранные компоненты; в) ядро и органеллы; г) органеллы, включения и гиалоплазма

6. Выберите правильный ответ. Составные части клетки:

а) ядро, цитоплазма, включения; б) ядро, цитоплазма и поверхностный аппарат; в) органеллы, цитолемма и цитоплазма; г) ядро, органеллы и клеточная стенка

7. Выберите правильный ответ. Компартиментализация клеточного объёма – это:

а) структурная единица ткани; б) комплекс немембранных органелл цитоплазмы, взаимодействующих между собой; в) система вакуолей и канальцев, обеспечивающих проведение веществ внутри клетки; г) высокая упорядоченность внутреннего содержимого эукариотической клетки, обеспечивающая преемственность идущих в ней биохимических процессов

8. Выберите правильный ответ. Включения – это:

а) временные образования цитоплазмы, появляющиеся и исчезающие в ходе обмена веществ; б) постоянные образования цитоплазмы, выполняющие определенные функции; в) немембранные органеллы клетки; г) устойчивые внеклеточные образования

9. Выберите правильный ответ. Способ питания растительных клеток:

а) автотрофный; б) гетеротрофный; в) миксотрофный; г) голозойный

10. Выберите правильный ответ. Способ питания животных клеток:

а) автотрофный; б) гетеротрофный; в) миксотрофный; г) голофитный

11. Выберите правильный ответ. Синтез АТФ в растительных клетках идёт в:

а) митохондриях; б) хлоропластах; в) митохондриях и хлоропластах; г) вакуолях клеточного сока

12. Установите соответствие между органеллами и их функциями:



1) митохондрии; 2) рибосомы; 3) лизосомы

а) синтез белка; б) синтез АТФ; в) транспорт веществ; г) внутриклеточное переваривание; д) синтез углеводов

13. Установите соответствие между органеллами и их функциями:

1) грЦПС; 2) аппарат Гольджи; 3) клеточный центр

а) синтез белков; б) транспорт веществ; в) синтез ДНК; г) участие в делении клеток; д) синтез АТФ; е) накопление и выведение продуктов синтеза и распада

14. Установите соответствие между органеллами и их функциями:

1) микротрубочки; 2) миофибриллы; 3) микроворсинки; 4) нейрофибриллы

а) формирование веретена деления; б) всасывание; в) опорная роль; г) передача нервного импульса; д) сокращение; е) секреция

15. Выберите правильный ответ. Гликоген относится к включениям:

а) пигментным; б) трофическим; в) секреторным; г) неспецифическим

16. Выберите правильный ответ. Меланин относится к включениям:

а) пигментным; б) трофическим; в) секреторным; г) неспецифическим

17. Выберите правильный ответ. Адреналин относится к включениям:

а) пигментным; б) трофическим; в) секреторным; г) неспецифическим

18. Выберите правильный ответ. Органеллами мембранного строения являются:

а) митохондрии и рибосомы; б) лизосомы и клеточный центр; в)

митохондрии, рибосомы и пластиды; г) митохондрии, ЦПС, лизосомы

19. Выберите правильный ответ. Органеллами немембранного строения являются:

а) рибосомы, микротрубочки, клеточный центр; б) микротрубочки и

комплекс Гольджи; в) комплекс Гольджи и клеточный центр; г) рибосомы, реснички и комплекс Гольджи

20. Выберите правильный ответ. Диктиосома является структурной частью:

а) митохондрии; б) клеточного центра; в) пластиды; г) пластинчатого комплекса

21. Выберите правильный ответ. Центриоли входят в состав:

а) пластинчатого комплекса; б) клеточного центра; в) пластиды; г) центромеры

22. Выберите правильный ответ. Лизосомы содержат:

а) набор ферментов; б) набор нуклеиновых кислот; в) гликоген; г) жиры

23. Выбрать наиболее полное определение понятия клетки:

а) система взаимодействующих биополимеров; б) система цитоплазмы и ядра; в) комплекс ядра, включений и органелл; г) элементарная саморегулирующаяся система, основа жизнедеятельности живых организмов

24. Выберите правильный ответ. Гиалоплазма – это:

а) бесструктурная жидкая среда цитоплазмы; б) фибриллярная структура; в) включения и микротрубочки; г) гистохимический комплекс ядра

25. Выберите правильный ответ. Компонентами цитоскелета являются:

а) система каналов и вакуолей цитоплазмы; б) органеллы специального назначения и фибриллярные структуры; в) микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты; г) вся система органелл клетки, обеспечивающая устойчивость к повреждениям

**Критерии достижения метапредметных результатов обучения учащегося при представлении кейсов, решений ситуационных задач и защите рефератов**

<b>Критерии</b>	<b>Баллы</b>
1. Показаны знания из различных областей естественных наук, ответ изложен литературным языком, логичен, доказателен.	5
2. Свободное оперирование биологическими понятиями и терминами.	5
3. Представлена личная, обоснованная и аргументированная позиция учащегося по вопросу.	5
1. Показаны знания из нескольких (не более трёх) областей науки, ответ изложен литературным языком, логичен; допускается не	4

<p>более одной ошибки, которую учащийся может самостоятельно исправить.</p> <p>2. Оперировать биологическими понятиями и терминами; допускается не более одной ошибки.</p> <p>3. Представлена личная позиция учащегося по вопросу.</p>	<p>4</p> <p>4</p>
<p>1. Показаны знания из нескольких (не более двух) областей науки, ответ изложен литературным языком, логичен; допускается несколько ошибок (не более трёх), которые учащийся может исправить как самостоятельно, так и с помощью преподавателя.</p> <p>2. Оперировать биологическими понятиями и терминами; допускается не более двух ошибок, которые может исправить как самостоятельно, так и с подсказкой преподавателя.</p> <p>3. Личная позиция учащегося по вопросу не представлена.</p>	<p>3</p> <p>3</p> <p>0</p>
<p>1. Показаны разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками, ответ не логичен;</p> <p>2. Путается в основных понятиях и терминах; допускает много ошибок (более трёх), которые не может исправить как самостоятельно, так и с подсказкой преподавателя.</p> <p>3. Личная позиция учащегося по вопросу не представлена.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>0</p>

Максимальное количество баллов 15.

Программа освоена полностью, если набрано 14-15 баллов;

Программа освоена в достаточной степени, если набрано 10-13 баллов;

Основное содержание программы освоено, если набрано 6-9 баллов;

Программа не освоена, если набрано 0-5 баллов.