



ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОДИФИКАТОР  
распределённых по классам проверяемых требований к результатам  
освоения основной образовательной программы среднего общего  
образования и элементов содержания  
по биологии**

**для использования в федеральных и региональных процедурах оценки  
качества образования**

одобрен решением федерального учебно-методического объединения по  
общему образованию (протокол от 12.04.2021 г. №1/21)

подготовлен федеральным государственным бюджетным  
научным учреждением  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

**Кодификатор  
распределённых по классам проверяемых требований к результатам  
освоения основной образовательной программы среднего общего  
образования и элементов содержания  
по биологии**

Кодификатор распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания (далее – кодификатор) предназначен для разработки измерительных материалов и анализа результатов федеральных и региональных процедур оценки качества образования. Кодификатор является систематизированным перечнем проверяемых элементов содержания и операционализированных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, в котором каждому объекту соответствует определённый код.

Кодификатор составлен на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 г. № 413) с учётом Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

Кодификатор состоит из двух разделов:

- раздел 1. Базовый уровень;
- раздел 2. Углублённый уровень.

Каждый из разделов включает в себя перечни распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания по биологии.

**Раздел 1. Базовый уровень**

**1. Перечень распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по биологии**

Требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования операционализованы и распределены по классам.

**10 класс**

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		<b>Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях</b>
	1.1	Применять общенаучные, частные методы научного познания в целях изучения биологических явлений и процессов; формулировать проблему/задачу наблюдения, учебного эксперимента; формулировать гипотезы и выводы
	1.2	Использовать биологические модели для выявления особенностей строения биополимеров, хромосом, вирусов, клеток, организмов; процессов фотосинтеза, хемосинтеза, дыхания, митоза, мейоза, оплодотворения, онтогенеза, скрещивания; объяснения достижений современной селекции и биотехнологий
	1.3	Соблюдать правила безопасного труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием, химической посудой в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных и практических работ на уроке; правила поведения в природе, в том числе при выполнении проектных и исследовательских работ
2		<b>Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания</b>
	2.1	Различать и описывать по внешнему виду (изображению), схемам, описаниям биополимеры, вирусы, клетки и их части, процесс обмена веществ и превращение энергии, реакции матричного синтеза, фазы деления клетки, типы размножения, стадии онтогенеза, типы развития; наследственность и изменчивость

	2.2	Сравнивать органические вещества; биологические объекты: вирусы, клетки (прокариот и эукариот, растений и животных); процессы (пластический обмен и энергетический обмен, фотосинтез и хемосинтез); деление клеток (митоз и мейоз); размножение организмов (бесполое и половое); способы питания (автотрофное и гетеротрофное); оплодотворение (внешнее и внутреннее); развитие (прямое и непрямое); наследование (независимое и сцепленное, с полным и неполным доминированием), генетические методы, изменчивость (наследственную и ненаследственную); основные направления биотехнологии
	2.3	Называть и аргументировать положения клеточной теории, положения хромосомной теории наследственности, правила и законы Г. Менделя
	2.4	Выявлять причинно-следственные связи между составом, строением биополимеров и их функциями; особенностями строения и жизнедеятельности прокариот и эукариот; этапами энергетического и пластического обмена, митоза и мейоза, эмбрионального и постэмбрионального развития; световыми и темновыми реакциями фотосинтеза; генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания
	2.5	Обосновывать закономерности наследственности и изменчивости на молекулярно-генетическом уровне организации, закономерности передачи наследственной информации на клеточном уровне организации, закономерности наследственности и изменчивости на организменном уровне организации биологических систем
	2.6	Характеризовать биологические процессы: обмен веществ и превращение энергии, автотрофное и гетеротрофное питание, энергетический и пластический обмен, клеточный цикл, митоз и мейоз, эмбриональное и постэмбриональное развитие, половое и бесполое размножение, наследственность и изменчивость
	2.7	Решать биологические задачи; составлять генотипические схемы скрещивания для разных типов наследования признаков
	2.8	Классифицировать объекты живой природы по разным основаниям
<b>3</b>	<b>Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников</b>	
	3.1	Пользоваться современной биологической терминологией и символики для объяснения биологических явлений и процессов. Показывать на конкретных примерах связь биологических знаний со знаниями в области физики, химии, математики, географии, информатики, обществознания
	3.1	Использовать при выполнении учебных и исследовательских заданий, проектов и исследований научную, научно-популярную литературу по биологии, справочные материалы, энциклопедии, ресурсы сети Интернет
<b>4</b>	<b>Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности</b>	

	4.1	Использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач
<b>5</b>	<b>Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства</b>	
	5.1	Владеть приёмами смыслового чтения и работы с текстом естественнонаучного биологического содержания, преобразования информации из одной знаковой системы в другую, понимать лексические средства научного стиля
	5.2	Создавать собственные письменные (доклады, рефераты, аннотации, рецензии, презентации) и устные сообщения, обобщая информацию из 5–6 источников, грамотно использовать понятийный аппарат раздела, сопровождать выступление презентацией, учитывая особенности аудитории
	5.3	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных в развитие знаний в области биохимии, молекулярной биологии, цитологии, микробиологии, генетики, эмбриологии, селекции, биотехнологии
	5.4	Оценивать социально-этические и правовые проблемы в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение, биологическое оружие и др.). Оценивать и принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учётом гражданских и нравственных ценностей
<b>6</b>	<b>Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты</b>	
	6.1	Планировать совместную деятельность при работе в группе, отслеживать её выполнение и корректировать план своих действий и действий членов группы, адекватно оценивать собственный вклад и вклад других в деятельность группы

### 11 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
<b>1</b>	<b>Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях</b>	
	1.1	Применять общенаучные, частные методы научного познания в целях изучения биологических явлений и процессов; формулировать проблему/задачу наблюдения, учебного эксперимента; формулировать гипотезы и выводы
	1.2	Использовать биологические модели для выявления направлений эволюции, особенностей адаптации организмов, процесса видообразования; биотических и абиотических воздействий на организмы; описания экологических систем и биосферы

	1.3	Соблюдать правила безопасного труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием, химической посудой в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных и практических работ на уроке; правила поведения в природе, в том числе при выполнении проектных и исследовательских работ
2		<p><b>Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания</b></p> <p>2.1 Различать и описывать по внешнему виду (изображению), схемам и описаниям: приспособления организмов к среде обитания; процессы видообразования; ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных; экосистемы и их абиотические и биотические компоненты; взаимосвязи организмов в экосистеме; сукцессии; антропогенные воздействия в экосистемах; биосферу</p> <p>2.2 Сравнивать эволюционную теорию Ж.Б. Ламарка и теорию происхождения видов Ч. Дарвина; теорию эволюции Ч. Дарвина и синтетическую теорию эволюции; формы борьбы за существование; формы отбора; направления эволюции; способы видообразования; макро- и микроэволюцию; человека и животных; человеческие расы; экологические факторы; среды обитания; биотические взаимодействия; естественные экосистемы (биогеоценозы) и агроценозы</p> <p>2.3 Называть и аргументировать основные положения синтетической теории эволюции, теории антропогенеза; учения о путях и направлениях эволюции, о биосфере (В.И. Вернадского); правила экологической пирамиды</p> <p>2.4 Характеризовать гипотезы происхождения жизни, этапы возникновения жизни на Земле, движущие силы биологической эволюции; основные стадии антропогенеза; состояние окружающей среды; влияние факторов риска на здоровье человека; последствия деятельности человека в экосистемах</p> <p>2.5 Обосновывать единство живой и неживой природы; родство организмов; взаимосвязь организмов и окружающей среды; эволюцию видов, человека, биосферы; единство человеческих рас; причины устойчивости и смены экосистем; необходимость сохранения биоразнообразия, последствия антропогенного воздействия на биосферу</p> <p>2.6 Выявлять причинно-следственные связи между движущими силами эволюции; путями, направлениями эволюции, ароморфозами и идиоадаптациями у растений и животных; движущими силами антропогенеза; абиотическими и биотическими компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов; антропогенными воздействиями и сменой экосистем</p> <p>2.7 Объяснять роль эмпирических и теоретических методов научного познания, биологических теорий, идей, принципов, гипотез в формировании научного мировоззрения; связь биологических знаний со знаниями из области других естественных наук и ненаучным знанием</p> <p>2.8 Решать биологические задачи; составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистемах (пищевые цепи)</p>

	2.9	Классифицировать представителей разных царств живой природы, используя систематические таксоны
3	<b>Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников</b>	
	3.1	Пользоваться современной биологической терминологией и символикой для объяснения биологических явлений и процессов. Показывать на конкретных примерах связь биологических знаний со знаниями из области физики, химии, математики, географии, информатики, обществознания
	3.1	Использовать при выполнении учебных проектов, исследований в области биологии и экологии научно-популярную литературу по биологии, справочные материалы, энциклопедии, ресурсы сети Интернет
4	<b>Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности</b>	
	4.1	Использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач
5	<b>Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства</b>	
	5.1	Владеть приёмами смыслового чтения и работы с текстом естественнонаучного биологического содержания, преобразования информации из одной знаковой системы в другую, понимать лексические средства научного стиля
	5.2	Создавать собственные письменные (доклады, рефераты, аннотации, рецензии, презентации) и устные сообщения, обобщая информацию из 5–6 источников; грамотно использовать понятийный аппарат раздела; сопровождать выступление презентацией, учитывая особенности аудитории
	5.3	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных в развитие знаний в области теории эволюции, антропологии, палеонтологии, биогеографии, сравнительной анатомии, экологии, охраны природы
	5.4	Оценивать социально-этические и правовые проблемы в области экологии и охраны природы. Уметь самостоятельно принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учётом гражданских и нравственных ценностей
6	<b>Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты</b>	
	6.1	Планировать совместную деятельность при работе в группе, отслеживать её выполнение и корректировать план своих действий и действий членов группы, адекватно оценивать собственный вклад и вклад других в деятельность группы

## 2. Перечень распределённых по классам проверяемых элементов содержания по биологии

Перечень распределённых по классам элементов содержания составлен на основе Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

### 10 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
<b>1</b>	<b>Биология как наука</b>	
	1.1	Наука как вид деятельности и компонент культуры. Место биологии в системе наук и в жизни людей. Система биологических наук: общие биологические науки, частные биологические науки, пограничные науки. Процессы интеграции научного знания. Место биологии в жизни современного общества
	1.2	Принципы познания природы. Гипотезы, законы и теории, их роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Уровни организации природы. Система. Биосистема и её свойства
	1.3	Методы познания природы. Эмпирические и теоретические методы познания и их использование в биологии
<b>2</b>	<b>Биологические системы и их структурная организация</b>	
	2.1	Признаки биологических систем: единство химического состава, дискретность и целостность, сложность и упорядоченность структуры, клеточное строение, открытость, самоорганизация, самовоспроизведение, раздражимость, движение, ритмичность, изменчивость, рост, развитие
	2.2	Изучение биосистем. Эмпирические и теоретические методы и их использование в биологии. Особенности биологических исследований
	2.3	Уровни организации биологических систем. Явления жизни на разных уровнях организации живого. Науки, изучающие биологические объекты на разных уровнях организации
<b>3</b>	<b>Химический состав биологических систем</b>	
	3.1	Химический состав живого. Элементы-биогены и их роль в образовании веществ, входящих в состав живого. Неорганические вещества. Вода. Функции воды в клетке. Минеральные вещества. Катионы и анионы. Функции минеральных веществ
	3.2	Органические вещества. Биополимеры. Белки. Состав и строение белков. Свойства и функции белков. Нуклеиновые кислоты. Состав нуклеиновых кислот. Строение и функции ДНК. Строение и функции РНК и АТФ
	3.3	Углеводы. Строение и функции углеводов. Липиды. Строение и функции липидов. Сравнение липидов и углеводов как источников энергии. Витамины
<b>4</b>	<b>Клетка как биологическая система</b>	
	4.1	История открытия и изучения клетки. Клеточная теория. Клетка как целостная живая система. Поверхностные структуры – клеточная стенка, гликокаликс; их функции. Плазматическая мембрана. Строение клеточной стенки и её функции

4.2	Ядро и цитоплазма, их взаимосвязь. Органоиды цитоплазмы. Мембранные органоиды. Полуавтономные органоиды клетки. Немембранные органоиды. Взаимосвязь частей клетки как основа поддержания её целостности. Прокариотическая клетка и её особенности
4.3	Клетка – открытая система. Автотрофы и гетеротрофы. Обмен веществ и превращение энергии в клетке как единство двух противоположных процессов – пластического (ассимиляции) и энергетического (диссимиляции) обмена. Роль ферментов и гормонов в обмене веществ и превращении энергии. Факторы внешней среды, влияющие на обмен веществ (температура, излучения, токсины, химические вещества и др.)
4.4	Биоэнергетика и её законы. Энергетические потребности клетки. Этапы энергетического обмена. Роль гормонов и ферментов в энергетическом обмене. Реакции энергетического обмена. Выделение и аккумуляирование энергии. Брожение и его виды. Сравнение липидов и углеводов как источника энергии
4.5	Автотрофная ассимиляция. Фотосинтез. Фазы фотосинтеза. Реакции фотосинтеза и их эффективность. Значение фотосинтеза для жизни на Земле. Влияние условий среды на фотосинтез и способы повышения его продуктивности у культурных растений
4.6	Хемосинтез. Реакции хемосинтеза и хемосинтезирующие бактерии. Значение хемосинтеза для жизни на Земле. Нитрифицирующие и азотфиксирующие бактерии
<b>5</b>	<b>Генетическая информация в биологических системах</b>
5.1	Геном как генетическая программа развития. Ген как структурно-функциональная единица молекулярно-генетического уровня жизни. Аллелизм. Закономерности кодирования генетической информации. Генетический код и его свойства
5.2	Передача и реализация генетической информации. Принцип комплементарности и реакции матричного синтеза. Реализация наследственной информации. Закономерности транскрипции и трансляции генетической информации. Условия биосинтеза белка
5.3	Наследственность и изменчивость на молекулярно-генетическом уровне организации биологических систем. Воспроизведение генетической информации. Редупликация ДНК. Изменения наследственного материала – мутации. Причины мутаций. Значение мутаций
5.4	Вирусы и их молекулярно-генетическая организация. Передача и реализация генетической информации у вирусов. Болезни растений, животных и человека, вызванные вирусами. Прививки и иммунитет
5.5	Закономерности передачи наследственной информации на клеточном уровне организации биологических систем. Хромосомный набор клеток. Гомологичные и негомологичные хромосомы. Гаплоидный и диплоидный набор хромосом
5.6	Клеточный цикл и его регуляция. Стадии митоза и закономерности равномерного распределения генетической информации. Биологическое значение митоза
5.7	Мейоз. Закономерности распределения генетической информации при редукционном делении. Фазы мейоза. Оплодотворение и его роль

5.8	Закономерности наследственности и изменчивости на организменном уровне организации биологических систем. Размножение организмов и передача генетической информации. Закономерности наследственности и изменчивости при бесполом размножении. Значение бесполого размножения
5.9	Половое размножение. Комбинативная изменчивость при половом размножении. Закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем. Хромосомная теория наследственности. Наследование, сцепленное с полом. Наследование признаков у человека. Генотип и фенотип. Наследственная и модификационная изменчивость организмов. Норма реакции
5.10	Реализация генетической информации при развитии организма. Эмбриональное развитие животных. Стадии эмбрионального развития. Причины нарушения развития. Постэмбриональный период. Развитие прямое и непрямое. Рост животных, человека и его причины. Размножение и развитие растений. Биологическое старение и смерть
5.11	Селекция. Применение знаний о закономерностях наследственности и изменчивости в селекции растений, животных, грибов и бактерий. Современные методы селекции. Искусственный мутагенез. Биотехнология. Традиционная биотехнология, современная биотехнология. Генная инженерия. ГМО. Клеточная инженерия

### 11 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
1	<b>Вид и популяция как живые системы. Эволюция видов</b>	
	1.1	История развития представлений о виде и биологической эволюции. Идея развития в трудах философов античности. Метафизический период в истории биологии. Систематика К. Линнея. Первые эволюционные концепции (Ж.Л. Бюффон, Ж.Б. Ламарк). Эволюционная теория Ч. Дарвина. Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Микроэволюция
	1.2	Вид как основная систематическая категория живого. Критерии (признаки) вида. Структура вида в природе. Популяция как форма существования вида в природе. Популяция как единица эволюции. Генофонд популяции. Элементарный эволюционный материал – мутации и комбинации. Изменение генофонда популяции как элементарное эволюционное явление
	1.3	Движущие силы (факторы) эволюции видов в природе. Мутационный процесс и комбинативная изменчивость. Популяционные волны и дрейф генов. Изоляция и миграция
	1.4	Естественный отбор – направляющий фактор эволюции. Борьба за существование и её формы. Творческая роль естественного отбора
	1.5	Приспособленность организмов к условиям обитания как результат эволюции. Примеры приспособлений у организмов. Видообразование как результат эволюции

	1.6	Макроэволюция. Формы макроэволюции (А.Н. Северцов). Методы изучения эволюции: палеонтологические, биогеографические, эмбриологические, сравнительно-морфологические, молекулярно-биохимические, генетические, математические. Эволюция как объективный процесс и её закономерности
	1.7	Основные направления эволюции: биологический прогресс и биологический регресс. Пути достижения биологического прогресса: ароморфоз, идиоадаптация, общая дегенерация. Сохранение биоразнообразия на Земле
<b>2</b>	<b>Экосистемная организация жизни</b>	
	2.1	Экология – комплексная наука. Методы экологических исследований: полевые наблюдения, эксперименты и моделирование. Методы сбора образцов. Размер выборки, репрезентативная выборка. Экологический мониторинг окружающей среды. Среды жизни: водная, наземно-воздушная, почвенная, внутриорганизменная. Приспособления организмов к жизни в разных средах обитания
	2.2	Экологические факторы и закономерности их действия. Взаимодействие экологических факторов (Ю. Либих). Классификация экологических факторов: абиотические, биотические, антропогенные
	2.3	Свет как экологический фактор. Фотопериодизм. Температура как экологический фактор и её действие на организмы. Правила Аллена и Бергмана. Влажность как экологический фактор и её действие на организмы. Приспособление организмов к действию абиотических факторов. Биологические ритмы
	2.4	Популяционная экология. Структурная организация популяции: пространственная, временная, возрастная, половая, поведенческая. Основные показатели популяции: рождаемость, смертность, прирост, численность, плотность и биомасса. Динамика популяции и её регуляция. Значение знаний о динамике популяций промысловых животных, вредителей сельского и лесного хозяйства, возбудителей и переносчиков инфекционных и паразитарных заболеваний для деятельности человека
	2.5	Биоценоз. Пространственная, временная и видовая структуры. Типы взаимодействия популяций разных видов в биоценозе: конкуренция, хищничество, паразитизм, сотрудничество, нахлебничество, квартиранство. Экологическая ниша. Принцип конкурентного исключения
	2.6	Экологические системы (экосистемы). Экосистема и биогеоценоз. Функциональные группы организмы экосистемы: продуценты, консументы, редуценты. Агроэкосистемы. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме как основа её существования. Цепи и сети питания. Основные показатели экосистемы: биомасса, продукция. Правило экологической пирамиды. Устойчивость, развитие и смена экосистем. Состав и структура. Биоразнообразие как фактор устойчивости экосистемы. Сохранение экосистемного разнообразия на Земле
<b>3</b>	<b>Биосфера – глобальная экосистема, её эволюция</b>	
	3.1	Биосфера – живая оболочка Земли. Границы, состав и структура биосферы. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Живое вещество и его функции в биосфере

3.2	Гипотезы возникновения жизни на Земле, основанные на идеях биогенеза и абиогенеза. Основные положения абиогенеза. Гипотеза А.И. Опарина. Моделирование этапов химической эволюции в лабораторных условиях. Пробионты и их модели – коацерватные капли. Биогенез, его основные положения, сформулированные В.И. Вернадским
3.3	История Земли и методы её изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология. Происхождение биосферы. Начало биологической эволюции. Появление древнейших микробных сообществ. ДНК как летопись жизни
3.4	Эволюция биосферы. Основные этапы эволюции растительного мира. Основные этапы эволюции животного мира. Ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных
3.5	Современная система органического мира как отражение эволюции. Систематические группы организмов. Общая характеристика представителей царств: Дробянки, Растения, Животные, Грибы
3.6	Антропогенез. Гипотезы и теории происхождения человека. Движущие силы (факторы) эволюции человека. Биологические и социальные факторы эволюции
3.7	Основные стадии эволюции человека: протоантроп, архантроп, палеоантроп, неантроп. Становление человека как особого биологического вида. Человеческие расы, их происхождение и единство
3.8	Антропогенные воздействия на биосферу. Глобальные экологические проблемы. Природоохранная деятельность. Рациональное природопользование. Концепция устойчивого развития. «Повестка дня на XXI век». Сосуществование человечества и природы. Коэволюция общества и природы. Глобалистика. Модели управляемого мира

**Раздел 2. Углублённый уровень****1. Перечень распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по биологии**

Требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования операционализированы и распределены по классам.

**10 класс**

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		<b>Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях</b>
	1.1	Применять общенаучные и частные методы научного познания в целях изучения биологических явлений и процессов; владеть методами самостоятельного наблюдения, описания, постановки биологического эксперимента и анализа их результатов; методами исследования биологических систем на биологических моделях для объяснения метаболизма и онтогенеза, закономерностей наследственности и изменчивости
	1.2	Характеризовать частнонаучные методы: методы цитологии (микроскопия, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов, дифференциальное центрифугирование, культура клеток и др.), методы генетики (гибридологический, цитологический, молекулярно-генетический), генетики человека (генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический), методы биотехнологии, клеточной инженерии, генной инженерии; биологические процессы в клетках (обмен веществ и превращение энергии, регуляция метаболизма, клеточный цикл), процессы жизнедеятельности организмов (питание, движение, дыхание, транспорт веществ, выделение, защита, раздражимость и регуляция; эмбриональное и постэмбриональное развитие, половое и бесполое размножение)
	1.3	Использовать биологические модели для выявления особенностей строения биополимеров, хромосом, вирусов, клеток, организмов; свойств генетического кода, реакций матричного синтеза; процессов фотосинтеза, хемосинтеза, дыхания, митоза, мейоза, оплодотворения, онтогенеза, скрещивания

	1.4	Соблюдать правила безопасного труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием, химической посудой в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных и практических работ на уроке; правила поведения в природе, в том числе при выполнении проектных и исследовательских работ
2		<p><b>Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания</b></p> <p>2.1 Выявлять причинно-следственные связи между составом, строением биополимеров и их функциями, строением клеток разных тканей, органоидов и их функциями, между строением органов, систем органов и их функциями, между этапами: аэробного энергетического обмена, биосинтеза белка, фотосинтеза, жизненного цикла вирусов; фазами митоза, мейоза, гаметогенеза, овогенеза, эмбрионального развития; генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания</p> <p>2.2 Объяснять роль эмпирических и теоретических методов научного познания, биологических теорий, идей, принципов, гипотез в формировании научного мировоззрения; связь биологических знаний со знаниями из области других естественных наук и ненаучным знанием; достижения биотехнологии, клеточной и генной инженерии</p> <p>2.3 Обосновывать закономерности наследственности и изменчивости на молекулярно-генетическом уровне организации, закономерности передачи наследственной информации на клеточном уровне организации, закономерности наследственности и изменчивости на организменном уровне организации биологических систем</p> <p>2.4 Сравнивать естественнонаучное и социогуманитарное познание; эмпирические и теоретические методы познания; биологические объекты; метаболические процессы; типы деления клеток (митоз и мейоз, митоз и амитоз); виды размножения организмов (бесполое и половое); виды оплодотворения (внешнее и внутреннее); типы развития организмов (прямое и с превращением); циклы развития высших растений; типы взаимодействия генов; типы наследования признаков (независимое и сцепленное, аутосомное и сцепленное с полом, моногенное и полигенное), типы взаимодействия аллельных генов (доминирование, неполное доминирование, кодоминирование), типы взаимодействия неаллельных генов (комплементарность, полимерия, эпистаз), виды изменчивости (наследственную и ненаследственную); виды мутаций; виды искусственного отбора, виды гибридизации в селекции</p> <p>2.5 Различать и описывать по внешнему виду (изображению), схемам и описаниям: разнообразные биосистемы, уровни организации биосистем, высокомолекулярные биополимеры, хромосомы, вирусы, типы клеток и их органоиды; фазы митоза, мейоза, сперматогенеза, овогенеза; стадии эмбриогенеза хордовых; ткани растений, ткани животных, системы органов и органы животных, растений; стадии жизненного цикла растений разных отделов</p>

	2.6	Называть и аргументировать положения клеточной теории, хромосомной теории наследственности, правила и законы Г. Менделя; закон сцепленного наследования Т. Моргана, закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова; закономерности кодификационной изменчивости
	2.7	Решать биологические задачи; составлять генотипические схемы скрещивания для разных типов наследования признаков у растений и животных, родословных у человека
	2.8	Классифицировать объекты живой природы по разным основаниям
<b>3</b>	<b>Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников</b>	
	3.1	Пользоваться современной биологической терминологией и символикой для объяснения биологических явлений и процессов
	3.2	Показывать на конкретных примерах связь биологических знаний со знаниями в области физики, химии, математики, географии, информатики, обществознания; роль биологических знаний для медицины, ветеринарии, сельского хозяйства, биотехнологии, охраны окружающей среды
	3.3	Использовать при выполнении учебных и исследовательских заданий, проектов и исследований научную, научно-популярную литературу по биологии, справочные материалы, энциклопедии, ресурсы сети Интернет
<b>4</b>	<b>Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности</b>	
	4.1	Использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач
<b>5</b>	<b>Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства</b>	
	5.1	Владеть приёмами смыслового чтения и работы с текстом естественнонаучного биологического содержания, преобразования информации из одной знаковой системы в другую, понимать лексические средства научного стиля
	5.2	Создавать собственные письменные (доклады, рефераты, аннотации, рецензии, презентации) и устные сообщения, обобщая информацию из 5–6 источников; грамотно использовать понятийный аппарат раздела; сопровождать выступление презентацией, учитывая особенности аудитории
	5.3	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных в развитие знаний в области цитологии, биохимии, молекулярной биологии, эмбриологии, микробиологии, генетики, селекции, биотехнологии

	5.4	Оценивать социально-этические и правовые проблемы в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение, биологическое оружие и др.). Принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учётом гражданских и нравственных ценностей
<b>6</b>	<b>Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты</b>	
	6.1	Планировать совместную деятельность при работе в группе, отслеживать её выполнение и корректировать план своих действий и действий членов группы, адекватно оценивать собственный вклад и вклад других в деятельность группы

### 11 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
<b>1</b>	<b>Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях</b>	
	1.1	Применять общенаучные и частные методы научного познания в целях изучения биологических явлений и процессов; владеть методами самостоятельного наблюдения, описания, постановки биологического эксперимента и анализа их результатов; методами исследования биологических систем на биологических моделях для объяснения эволюционного процесса, отношений организмов и сред обитания
	1.2	Использовать биологические модели для выявления направлений эволюции, особенностей адаптации организмов, процесса видообразования; биотических и абиотических воздействий на организмы; описания экологических систем и биосферы
	1.3	Соблюдать правила безопасного труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием, химической посудой в соответствии с инструкциями по выполнению лабораторных и практических работ на уроке; правила поведения в природе, в том числе при выполнении проектных и исследовательских работ
<b>2</b>	<b>Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания</b>	
	2.1	Объяснять роль эмпирических и теоретических методов научного познания, биологических теорий, идей, принципов, гипотез в формировании научного мировоззрения; связь биологических знаний со знаниями в области других естественных наук и ненаучным знанием; достижения в области эволюционного учения, происхождении человека, экологии и охраны природы

2.2	Обосновывать единство живой и неживой природы; родство организмов; взаимосвязь организмов и окружающей среды; эволюцию видов, эволюцию человека, эволюцию биосферы; единство человеческих рас; причины устойчивости и смены экосистем; необходимость сохранения биоразнообразия, последствия антропогенного воздействия в биосфере
2.3	Характеризовать частнонаучные методы: палеонтологические, биогеографические, эмбриологические, сравнительно-морфологические, молекулярно-биохимические, генетические, антропологические (антропометрические, археологические, этнографические, этологические); гипотезы происхождения жизни и человека; этапы развития жизни и основные стадии антропогенеза, движущие силы биологической эволюции; формы естественного отбора; приспособленность и её относительность, вид и видообразование; макроэволюцию и её общие закономерности; эволюцию современного человека; среды обитания, экологические факторы, экосистемы и их особенности, биосферу как глобальную экосистему
2.4	Называть и аргументировать основные положения теории эволюции Ч. Дарвина, синтетической теории эволюции, закона генетического равновесия в идеальной популяции, теории антропогенеза; учения о путях и направлениях эволюции, учения о биосфере (В.И. Вернадского); правила экологической пирамиды
2.5	Сравнивать эволюционную теорию Ж.Б. Ламарка и теорию происхождения видов Ч. Дарвина; теорию эволюции Ч. Дарвина и синтетическую теорию эволюции; формы борьбы за существование; формы естественного отбора; направления эволюции; способы видообразования; макро- и микроэволюцию; этапы эволюции человека; человеческие расы; среды обитания; биотические взаимодействия; естественные экосистемы (биогеоценозы) и агроценозы
2.6	Выявлять причинно-следственные связи между движущими силами эволюции; путями, направлениями эволюции, ароморфозами и идиоадаптациями у растений и животных; движущими силами антропогенеза; абиотическими и биотическими компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов; антропогенными воздействиями и сменой экосистем
2.7	Различать и описывать по внешнему виду (изображению), схемам и описаниям: приспособления организмов к среде обитания; процессы видообразования; ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных; экосистемы и их абиотические и биотические компоненты; взаимосвязи организмов в экосистеме; сукцессии; последствия антропогенных воздействий на экосистемы; биосферу
2.8	Решать биологические задачи; составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистемах (пищевые цепи)
2.9	Классифицировать представителей разных царств живой природы, используя систематические таксоны
<b>3</b>	<b>Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников</b>

	3.1	Пользоваться современной биологической терминологией и символикой для объяснения биологических явлений и процессов
	3.2	Показывать на конкретных примерах связь биологических знаний со знаниями в области физики, химии, математики, географии, информатики, обществознания; роль биологических знаний для медицины, ветеринарии, сельского хозяйства, биотехнологии, экологии, охраны окружающей среды
	3.3	Использовать при выполнении учебных проектов, исследований в области биологии и экологии научно-популярную литературу по биологии, справочные материалы, энциклопедии, ресурсы сети Интернет
<b>4</b>	<b>Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности</b>	
	4.1	Использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач
<b>5</b>	<b>Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства</b>	
	5.1	Владеть приёмами смыслового чтения и работы с текстом естественнонаучного биологического содержания, преобразования информации из одной знаковой системы в другую, понимать лексические средства научного стиля
	5.2	Создавать собственные письменные (доклады, рефераты, аннотации, рецензии, презентации) и устные сообщения, обобщая информацию из 5–6 источников, грамотно использовать понятийный аппарат раздела, сопровождать выступление презентацией, учитывая особенности аудитории
	5.3	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных в развитие знаний в области теории эволюции, палеонтологии, биогеографии, сравнительной анатомии, антропологии, экологии, охраны природы
	5.4	Оценивать социально-этические и правовые проблемы в области экологии и охраны природы. Принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учётом гражданских и нравственных ценностей
<b>6</b>	<b>Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты</b>	
	6.1	Планировать совместную деятельность при работе в группе, отслеживать её выполнение и корректировать план своих действий и действий членов группы, адекватно оценивать собственный вклад и вклад других в деятельность группы

## 2. Перечень распределённых по классам проверяемых элементов содержания по биологии

Перечень распределённых по классам элементов содержания составлен на основе Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

### 10 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
<b>1</b>	<b>Биология как наука</b>	
	1.1	Современные отрасли биологических знаний. Пограничные науки: биохимия, биофизика, бионика, геногеография и др. Роль и место биологии в формировании современной научной картины мира. Значение биологических знаний. Связь биологии с другими науками. Профессии, связанные с биологией
<b>2</b>	<b>Биологические системы и их изучение</b>	
	2.1	Биологические системы (биосистемы) как предмет изучения биологии. Структура биосистем. Свойства биологических систем: единство химического состава, дискретность и целостность, сложность и упорядоченность структуры, клеточное строение, открытость, самоорганизация, самовоспроизведение, раздражимость, движение, ритмичность, изменчивость, рост, развитие. Эмерджентность биологических систем
	2.2	Разнообразие биосистем. Уровни организации биосистем: молекулярно-генетический, органоидно-клеточный, организменный, популяционно-видовой, экосистемный (биогеоценотический), биосферный. Процессы, происходящие в биосистемах. Науки, изучающие биологические объекты на разных уровнях организации
	2.3	Научное познание и структура научного метода познания. Гипотезы и теории, их роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Методы биологических исследований. Наблюдение. Эксперимент. Измерение. Сравнение. Обобщение. Классификация. Абстрагирование. Моделирование. Статистическая обработка данных. Биологические теории и законы как высшая форма организации биологических знаний
<b>3</b>	<b>Цитология – наука о клетке</b>	
	3.1	Клетка – структурно-функциональная единица живого. Клеточная теория (Т. Шванн, М. Шлейден, Р. Вирхов). Основные положения современной клеточной теории. Значение цитологии для развития биологии и познания природы. Методы цитологии: микроскопия, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов, дифференциальное центрифугирование, культура клеток

<b>4</b>	<b>Химическая организация клетки</b>	
	4.1	Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Неорганические вещества клетки. Вода, её физико-химические свойства и роль в клетке. Свободная и связанная вода. Роль воды как растворителя, реагента, участие в структурировании клетки, теплорегуляции. Минеральные вещества клетки, их биологическая роль. Роль катионов и анионов в клетке
	4.2	Органические вещества клетки. Биологические полимеры. Белки. Аминокислотный состав белков. Структуры белковой молекулы. Первичная структура белка, пептидная связь. Вторичная, третичная, четвертичная структуры. Свойства белков. Классификация белков. Биологические функции белков. Ферменты, принцип действия ферментов. Зависимость скорости ферментативных реакций от различных факторов. Правило Вант-Гоффа – Аррениуса. Энзимология
	4.3	Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Строение нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. Комплементарные азотистые основания. Правило Чаргаффа. Структура ДНК – двойная спираль. Местонахождение и биологические функции ДНК. ДНК-экспертиза. Виды РНК. Функции РНК в клетке. АТФ. Строение молекулы АТФ. Макроэргические связи в молекуле АТФ. Биологические функции АТФ. Восстановленные переносчики, их функции в клетке
4.4	Углеводы. Моносахариды, дисахариды и полисахариды. Общий план строения и физико-химические свойства углеводов. Биологические функции углеводов. Липиды. Общий план строения и физико-химические свойства. Гидрофильно-гидрофобные свойства. Классификация липидов. Триглицериды, фосфолипиды, стериды, воски. Биологические функции липидов. Витамины, их строение и функции. Гипо- и авитаминозы, их последствия	
<b>5</b>	<b>Строение и функции клетки</b>	
	5.1	Типы клеток: эукариотическая и прокариотическая. Сравнительная характеристика клеток эукариот (растительной, животной, грибной). Строение прокариотической клетки. Особенности строения гетеротрофной и автотрофной прокариотических клеток
	5.2	Строение и функции эукариотической клетки. Плазматическая мембрана (плазмолемма). Структура плазматической мембраны. Жидкостно-мозаичная модель мембраны. Транспорт веществ через плазматическую мембрану: пассивный (диффузия, облегченная диффузия, осмос), активный (транспорт белками-переносчиками). Белки-прионы. Работа натрий-калиевого насоса. Эндоцитоз: пиноцитоз, фагоцитоз. Экзоцитоз. Оболочка или клеточная стенка. Структура и функции клеточной стенки растений, грибов. Плазмодесмы. Симпласт
	5.3	Цитоплазма. Цитозоль. Цитоскелет. Компарменты клетки. Циклоз. Одномембранные органоиды клетки. Эндоплазматическая сеть (ЭПС). Аппарат Гольджи. Лизосомы. Пероксисомы. Строение и функции одномембранных органоидов клетки. Взаимосвязь одномембранных органоидов клетки. Вакуоли растительных клеток. Клеточный сок. Тургор
5.4	Полуавтономные органоиды клетки. Митохондрии. Пластиды: хлоропласты, хромопласты, лейкопласты. Строение и функции митохондрий и пластид. Происхождение митохондрий и хлоропластов. Теория симбиогенеза	

	5.5	Ядро. Оболочка ядра, хроматин, кариоплазма, ядрышки, их строение и функции. Немембранные органоиды клетки. Рибосомы. Микротрубочки. Клеточный центр. Органоиды движения: реснички и жгутики. Строение и функции немембранных органоидов клетки
<b>6</b>		<p><b>Обмен веществ и превращение энергии в клетке</b></p> <p>6.1 Ассимиляция и диссимиляция – две стороны метаболизма. Типы обмена веществ: автотрофный и гетеротрофный, аэробный и анаэробный. Энергетическое обеспечение клетки: превращение АТФ в обменных процессах. Ферментативный характер реакций клеточного метаболизма. Ферменты, их строение, свойства и механизм действия. Зависимость скорости ферментативных реакций от различных факторов. Правило Вант-Гоффа – Аррениуса</p> <p>6.2 Первичный синтез органических веществ в клетке. Пластический обмен. Фотосинтез. Пигменты фотосинтеза. Роль хлоропластов в фотосинтезе. Световая и темновая фазы. Реакции фотосинтеза. Продуктивность фотосинтеза. Влияние различных факторов на скорость фотосинтеза. Значение фотосинтеза. Хемосинтез. Разнообразие организмов-хемосинтетиков: нитрифицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии, водородные бактерии. Реакции хемосинтеза. Значение хемосинтеза</p> <p>6.3 Энергетический обмен. Анаэробный энергетический обмен. Анаэробные организмы. Виды брожения. Продукты брожения и их использование человеком. Анаэробные микроорганизмы как объекты биотехнологии. Аэробный энергетический обмен. Этапы энергетического обмена. Подготовительный этап: органический и клеточный уровень. Гликолиз. Биологическое окисление, или клеточное дыхание. Роль митохондрий в процессах биологического окисления. Циклические реакции. Окислительное фосфорилирование. Мембранный характер реакций окислительного фосфорилирования. Преимущества аэробного дыхания перед анаэробным. Эффективность энергетического обмена</p> <p>6.4 Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. ДНК и гены. Генетический код, его свойства. Транскрипция – матричный синтез РНК. Трансляция и её этапы. Условия биосинтеза белка. Строение т-РНК и кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе белка</p> <p>6.5 Организация генома эукариот. Информационная биология. Биоинформатика. Нанобиотехнология. Нанотехнологии в биологии и медицине. Программируемые функции белков. Способы доставки лекарств. Регуляция обменных процессов в клетке. Регуляция активности генов. Гипотеза оперона. Клеточный гомеостаз и способы его поддержания</p> <p>6.6 Вирусы – неклеточные формы жизни и облигатные паразиты. Строение простых и сложных вирусов, ретровирусов, бактериофагов. Жизненный цикл ДНК-содержащих вирусов, РНК-содержащих вирусов, бактериофагов. Вирусные заболевания человека, животных, растений. СПИД, социальные и медицинские проблемы</p>
<b>7</b>		<p><b>Жизненный цикл клетки</b></p> <p>7.1 Матричный синтез ДНК – репликация. Принципы репликации ДНК. Механизм репликации ДНК. Хромосомы. Строение хромосом. Хромосомный набор клетки – кариотип. Диплоидный и гаплоидный наборы хромосом. Гомологичные хромосомы</p>

	7.2	Клеточный цикл, его периоды и регуляция. Интерфаза и митоз. Особенности процессов, протекающих в интерфазе. Подготовка клетки к делению. Пресинтетический, синтетический и постсинтетический периоды интерфазы. Дифференциация клетки и арест клеточного цикла
	7.3	Деление клетки – митоз. Стадии митоза и происходящие процессы. Кариокинез и цитокинез. Биологическое значение митоза
<b>8</b>	<b>Строение и функции организмов</b>	
	8.1	Одноклеточные организмы. Органеллы. Колониальные организмы. Многоклеточные организмы. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Функция. Органы и системы органов. Аппараты органов. Гомеостаз организма и его поддержание в процессе жизнедеятельности. Функциональная система органов
	8.2	Ткани растений. Особенности строения и местонахождения растительных тканей в органах растений. Ткани животных и человека. Особенности строения и местонахождения животных тканей в органах животных и человека. Органы. Вегетативные и генеративные органы растений. Органы и системы органов животных и человека. Функции органов и систем органов
	8.3	Значение опоры. Каркас растений. Скелеты одноклеточных и многоклеточных животных. Наружный и внутренний скелет. Скелет позвоночных животных и человека. Строение и типы соединения костей
	8.4	Значение движения. Движение одноклеточных организмов: амебоидное, жгутиковое, ресничное. Движение многоклеточных растений: тропизмы, настии. Движение многоклеточных животных и человека – локомоция. Мышечная система. Скелетные мышцы, их строение и работа
	8.5	Значение питания. Автотрофное питание растений. Поглощение воды и минеральных веществ растениями. Питание одноклеточных и беспозвоночных животных. Внутриволокнистое и внутриклеточное пищеварение. Питание позвоночных животных и человека. Отделы пищеварительного тракта. Пищеварительные железы. Пищеварительная система человека
	8.6	Значение дыхания. Дыхание у растений. Дыхание одноклеточных и беспозвоночных животных. Диффузия газов через поверхность клетки. Кожное дыхание. Дыхательная поверхность. Жаберное и лёгочное дыхание. Дыхание позвоночных животных и человека. Лёгкие позвоночных животных и эволюционное усложнение их строения. Дыхательная система человека. Механизм вентиляции лёгких. Регуляция дыхания. Дыхательные объёмы
	8.7	Значение транспорта веществ. Транспорт веществ у растений. Транспорт воды, минеральных и органических веществ. Транспорт веществ у беспозвоночных животных. Кровеносная система и её органы. Кровеносная система позвоночных животных и человека. Сердце, кровеносные сосуды и кровь. Круги кровообращения. Эволюционное усложнение строения кровеносной системы позвоночных животных. Работа сердца и её регуляция. Лимфоотток
	8.8	Значение выделения, или экскреции. Выделение у растений. Гуттация. Листопад. Выделение у одноклеточных и беспозвоночных животных. Сократительные вакуоли. Органы выделения. Фильтрация и обратное избирательное всасывание как механизмы работы органов выделения. Выделение у позвоночных животных и человека. Почки. Строение и функционирование нефрона. Образование мочи

	8.9	Значение защиты. Защита у одноклеточных организмов. Споры у бактерий и циста у простейших. Защита у многоклеточных растений. Кутикула. Средства пассивной и химической защиты. Фитонциды. Защита у многоклеточных животных. Кожные покровы и их производные. Защита организма от болезней. Имунная система человека. Клеточный и гуморальный иммунитет. Специфический и неспецифический иммунитет
	8.10	Значение проявления раздражимости и регуляции. Раздражимость у одноклеточных организмов. Таксисы. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Ростовые вещества и их значение. Нервная система и рефлекторная регуляция у многоклеточных животных. Рефлекс и рефлекторная дуга. Нервная система и её отделы. Эволюционное усложнение строения нервной системы у животных. Отделы головного мозга позвоночных животных. Эволюционное усложнение строения головного мозга у позвоночных животных. Гуморальная регуляция и эндокринная система животных и человека. Железы эндокринной системы и их гормоны. Действие гормонов. Взаимосвязь нервной и эндокринной систем. Гипоталамо-гипофизарная система
<b>9</b>	<b>Размножение и развитие организмов</b>	
	9.1	Формы размножения организмов. Бесполое и половое размножение. Виды бесполого размножения: простое деление надвое, почкование, размножение спорами, вегетативное размножение, фрагментация, клонирование. Половое размножение. Половые клетки, или гаметы. Конъюгация
	9.2	Мейоз – редукционное деление клетки. Стадии мейоза. Мейоз – основа полового размножения. Поведение хромосом в мейозе. Кроссинговер. Биологический смысл мейоза. Эффекты мейоза. Мейоз в жизненном цикле организмов
	9.3	Гаметогенез у животных. Половые железы. Образование и развитие половых клеток. Сперматогенез и оогенез. Строение половых клеток. Оплодотворение и эмбриональное развитие животных. Способы оплодотворения: наружное, внутреннее. Партогенез. Эмбриогенез (на примере ланцетника). Стадии эмбриогенеза. Закладка органов и тканей из зародышевых листков. Взаимное влияние частей развивающегося зародыша. Эмбриональная индукция и зародышевый организатор. Влияние на эмбриональное развитие различных факторов среды
	9.4	Рост и развитие животных. Постэмбриональный период. Прямое и не прямое развитие. Развитие с метаморфозом у беспозвоночных и позвоночных животных. Типы роста животных. Факторы регуляции роста животных и человека. Стадии постэмбрионального развития у животных и человека. Периоды онтогенеза человека. Биологическое старение и смерть. Геронтология
<b>10</b>	<b>Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов</b>	
	10.1	Основные генетические понятия и символы. Ген. Генотип. Фенотип. Аллельные гены. Альтернативные признаки. Доминантный и рецессивный признаки. Гомозигота и гетерозигота. Чистая линия. Гибриды. Основные методы генетики: гибридологический, цитологические, молекулярно-генетические

<b>11</b>	<b>Закономерности наследственности. Генетика человека</b>
11.1	Моногибридное скрещивание. Правило доминирования. Закон единообразия первого поколения. Закон расщепления признаков. Цитологические основы моногибридного скрещивания. Гипотеза чистоты гамет. Анализирующее скрещивание. Расщепление признаков при неполном доминировании
11.2	Дигибридное скрещивание. Закон независимого наследования признаков. Полигибридное наследование и его закономерности. Статистический характер законов Г. Менделя
11.3	Сцепленное наследование признаков. Законы Т. Моргана. Сцепленное наследование генов, нарушение сцепления. Хромосомная теория наследственности. Генетическое картирование хромосом. Использование кроссинговера для составления генетических карт хромосом
11.4	Генетика пола. Хромосомный механизм определения пола. Аутосомы и половые хромосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетическая структура половых хромосом. Наследование признаков, сцепленных с полом
11.5	Генотип как целостная система. Множественное действие генов. Плейотропия. Множественный аллелизм. Взаимодействие аллельных генов. Кодоминирование. Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность. Эпистаз. Полимерия
11.6	Кариотип человека. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический. Наследственные заболевания человека. Генные и хромосомные болезни человека. Болезни с наследственной предрасположенностью. Значение медицинской генетики в предотвращении и лечении генетических заболеваний человека. Дородовая диагностика плода. Медико-генетическое консультирование. Стволовые клетки. Понятие «генетического груза». Этические аспекты исследований в области редактирования генома и стволовых клеток
<b>12</b>	<b>Закономерности изменчивости</b>
12.1	Взаимодействие генотипа и среды при формировании фенотипа. Изменчивость признаков. Качественные и количественные признаки. Виды изменчивости: наследственная и ненаследственная
12.2	Модификационная, или фенотипическая изменчивость. Роль среды в модификационной изменчивости. Норма реакции признака. Вариационный ряд и вариационная кривая. Характеристика модификационной изменчивости
12.3	Наследственная, или генотипическая изменчивость. Комбинативная изменчивость. Мейоз и половой процесс – основа комбинативной изменчивости. Роль комбинативной изменчивости в создании генетического разнообразия
12.4	Мутационная изменчивость. Виды мутаций: генные, хромосомные, геномные. Системы репарации. Спонтанные и индуцированные мутации. Ядерные и цитоплазматические мутации. Соматические и половые мутации. Причины возникновения мутаций. Мутагены и их влияние на организмы. Мутации как причина онкологических заболеваний. Закономерности мутационного процесса. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилов). Внеядерная изменчивость и наследственность

<b>13</b>	<b>Селекция организмов. Основы биотехнологии</b>	
	13.1	Селекция как наука. Зарождение селекции. Центры многообразия и происхождения культурных растений. Центры происхождения домашних животных. Методы селекционной работы. Искусственный отбор: массовый и индивидуальный. Оценка экстерьера домашних животных. Испытание производителей по потомству. Этапы комбинационной селекции. Сорт, порода, штамм
	13.2	Экспериментальный мутагенез как метод селекционной работы. Радиационный и химический мутагенез как основной источник мутаций у культурных форм организмов. Получение полиплоидов. Внутривидовая гибридизация. Близкородственное скрещивание, или инбридинг. Инбредная (чистая) линия. Неродственное скрещивание, или аутбридинг. Гетерозис и его причины. Гетерозис в растениеводстве и животноводстве. Отдалённая гибридизация. Преодоление бесплодия межвидовых гибридов. Отдалённая гибридизация в селекции растений. Метод ментора. Отдалённая гибридизация в селекции животных
	13.3	Биотехнология как отрасль производства. Основные направления современной биотехнологии. Клеточная инженерия. Метод культуры клеток и тканей. Соматическая гибридизация. Получение моноклональных антител. Использование моноклональных и поликлональных антител в медицине. Реконструкция яйцеклеток и клонирование животных. Метод трансплантации ядер клеток
	13.4	Хромосомная и генная инженерия. Искусственный синтез гена и конструирование рекомбинантных ДНК. Метод рекомбинантных плазмид. Создание трансгенных организмов. Достижения и перспективы хромосомной и геномной инженерии. Экологические и этические проблемы геномной инженерии. Биотехнология как наука и производство. Растения и микроорганизмы как объекты биотехнологии. Традиционная биотехнология: хлебопечение, получение кисломолочных продуктов, виноделие. Микробиологический синтез. Объекты микробиологической технологии. Производство белка, аминокислот и витаминов

### 11 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
<b>1</b>	<b>История эволюционного учения</b>	
	1.1	Первые эволюционные концепции. Трансформизм и идея исторического развития живой природы. Градуалистическая эволюционная концепция Ж.Б. Ламарка. Движущие силы эволюции. Значение трудов Ж.Б. Ламарка для биологии. Креационизм и трансформизм. Систематика К. Линнея и её значение для формирования идеи эволюции
	1.2	Предпосылки возникновения дарвинизма. Эволюция культурных форм организмов. Роль искусственного отбора. Эволюция видов в природе. Интенсивность размножения организмов. Борьба за существование. Естественный отбор. Приспособления – результат естественного отбора. Дивергенция признаков и видообразование. Основные положения синтетической теории эволюции (СТЭ). Роль эволюционной теории в формировании научной картины мира

<b>2</b>	<b>Микроэволюция</b>	
2.1	Микроэволюция и макроэволюция как этапы эволюционного процесса. Генетические основы эволюции. Мутации и комбинации как элементарный эволюционный материал. Популяция как элементарная единица эволюции. Изменение генофонда популяции как элементарное эволюционное явление. Идеальная популяция и закон генетического равновесия	
2.2	Движущие силы (факторы) эволюции. Мутационный процесс и комбинативная изменчивость. Популяционные волны и дрейф генов. Миграция. Изоляция популяций: географическая (пространственная), биологическая (репродуктивная). Формы биологической изоляции: экологическая, морфофункциональная, поведенческая, генетическая. Эффект основателя	
2.3	Естественный отбор – направляющий фактор эволюции. Предпосылки естественного отбора. Борьба за существование как механизм действия естественного отбора в популяциях. Формы борьбы за существование: прямая (межвидовая, с неживой природой), косвенная (межвидовая, внутривидовая). Формы естественного отбора: стабилизирующий, движущий, разрывающий (дизруптивный). Творческая роль естественного отбора. Соотбор	
2.4	Приспособленность организмов как результат микроэволюции. Возникновение приспособленности у организмов. Примеры приспособлений у организмов: морфологические, физиологические, биохимические, поведенческие. Относительная целесообразность приспособлений	
2.5	Вид и его критерии (признаки). Определение вида. Виды монотипические и политипические. Структура вида в природе: подвиды, экотипы, популяции	
2.6	Видообразование как результат микроэволюции. Изоляция – ключевой фактор видообразования. Пути и способы видообразования: географическое, экологическое, полиплоидизация, гибридизация. Случаи «взрывного» видообразования и его причины	
<b>3</b>	<b>Макроэволюция</b>	
3.1	Макроэволюция, или филогенез, как процесс исторического развития органического мира и отдельных систематических групп организмов. Палеонтологические и биогеографические методы изучения эволюции. Переходные формы и филогенетические ряды организмов. Сравнение флоры и фауны материков и островов. Биогеографические области Земли. Виды-эндемики и реликты	
3.2	Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции. Закон зародышевого сходства. Биогенетический закон. Гомологичные и аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Молекулярно-биохимические, генетические и математические методы изучения эволюции. Биохимическая гомология. Исследование хромосомных наборов близкородственных организмов	
3.3	Направления и пути эволюции. Биологический прогресс и биологический регресс. Пути достижения биологического прогресса в эволюции: ароморфоз, идиоадаптация и общая дегенерация. Соотношение и чередование направлений эволюции. Формы направленной эволюции: филетическая, дивергентная, конвергентная, параллельная. Сходство и различие форм направленной эволюции	

	3.4	Общие закономерности (правила) эволюции. Прогрессивная направленность эволюции. Необратимость эволюции. Происхождение от неспециализированных предков. Прогрессирующая специализация. Адаптивная радиация. Чередование главных направлений эволюции. Неравномерность эволюции. Ускорение темпов эволюции. Неограниченность эволюции
4		<p><b>Возникновение и развитие жизни на Земле</b></p> <p>4.1 Гипотезы и теории возникновения жизни на Земле: креационизм, самопроизвольное (спонтанное) зарождение, стационарное состояние, панспермия, биопоз. Гипотеза самозарождения жизни и её опровержение</p> <p>4.2 Основные этапы неорганической эволюции. Планетарная (геологическая) эволюция. Химическая эволюция. Абиогенный синтез органических веществ из неорганических. Образование полимеров из мономеров. Коацервация и коацерватные капли. Микросферы. Протеиноиды. Рибозимы. РНК-мир и рибозимы. Формирование мембран и возникновение пробионтов</p> <p>4.3 Начало органической эволюции. Появление первых клеток. Эволюция метаболизма. Эволюция первых клеток. Прокариоты и эукариоты. Прогенот – общий предок прокариот и эукариот. Происхождение многоклеточных организмов. Возникновение основных царств эукариот. Эволюционное происхождение вирусов</p> <p>4.4 Основные этапы эволюции растительного мира. Ароморфозы и идиоадаптации. Жизнь в воде. Первые растения – водоросли. Выход растений на сушу. Первые споровые растения. Освоение и завоевание суши папоротникообразными. Усложнение размножения. Семенные растения. Основные черты эволюции растительного мира</p> <p>4.5 Основные этапы эволюции животного мира. Ароморфозы и идиоадаптации. Первые животные – простейшие. Специализация и полимеризация органелл. Дифференциация клеток. Первые многоклеточные животные – пластинчатые. Двухслойные животные – кишечнополостные. Первые трехслойные животные – плоские черви. Первый выход и завоевание животными суши. Членистоногие. Первые хордовые животные. Жизнь в воде. Рыбы. Второй выход животных на сушу. Земноводные. Завоевание позвоночными животными суши. Пресмыкающиеся. Птицы. Млекопитающие. Основные черты эволюции животного мира</p> <p>4.6 История Земли и методы её изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология и её методы. Относительная и абсолютная геохронология. Геохронологическая шкала: зоны, эры, периоды, эпохи. Проблема датировки. Развитие жизни на Земле по эрам и периодам: архей, протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой. Характеристика климата и геологических процессов. Появление и расцвет характерных организмов. Вымирание видов и его причины</p> <p>4.7 Современная система органического мира. Кладистика. Основные систематические группы организмов. Принципы классификации организмов. Систематика. Царства: Дробянки, Растения, Животные, Грибы. Современные представления о простейших как отдельном царстве. Подцарства: Архебактерии, Эубактерии, Оксифотобактерии, Багрянки, Настоящие водоросли, Высшие растения, Простейшие, Многоклеточные. Современное состояние изучения видов. Проблема сохранения биоразнообразия на Земле</p>

<b>5</b>	<b>Происхождение человека – антропогенез</b>	
	5.1	Антропология – наука о человеке. Разделы и задачи антропологии. Методы антропологии. Научные теории: антропогенная гипотеза Ж.Б. Ламарка, симиальная теория Ч. Дарвина, трудовая теория Ф. Энгельса
	5.2	Сходство человека с животными. Систематическое положение человека. Свидетельства сходства человека с животными: сравнительно-морфологические, эмбриологические, физиолого-биохимические. Отличия человека от животных. Прямохождение и комплекс связанных с ним признаков. Развитие головного мозга и второй сигнальной системы. Движущие силы (факторы) антропогенеза: биологические, социальные. Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе
	5.3	Основные стадии антропогенеза. Дриопитеки – предки человека и человекообразных обезьян. Протоантроп – предшественник человека. Архантроп – древнейший человек. Палеоантроп – древний человек. Неоантроп – человек современного типа. Эволюция современного человека. Естественный отбор в популяциях человека. Мутационный процесс и полиморфизм. Популяционные волны, дрейф генов, миграция и «эффект основателя»
	5.4	Человеческие расы. Основные большие расы: европеоидная (евразийская), негро-австралоидная (экваториальная), монголоидная (азиатско-американская). Время и место возникновения человеческих рас. Время и пути расселения человека по планете. Причины и механизмы расогенеза. Единство человеческих рас. Метисация. Критика социального дарвинизма и расизма. Научная несостоятельность расовой антропологии и расовой гигиены. Приспособленность человека к разным условиям среды. Влияние географической среды на морфологию и физиологию человека
<b>6</b>	<b>Экология – наука о надорганизменных системах. Организмы и среда обитания</b>	
	6.1	Разделы и задачи экологии. Связь экологии с другими науками. Методы экологии. Полевые наблюдения. Эксперименты в экологии: природные и лабораторные. Методы сбора образцов. Моделирование в экологии. Мониторинг окружающей среды: локальный, региональный и глобальный
	6.2	Среды обитания организмов: водная, наземно-воздушная, почвенная, внутриорганизменная. Физико-химические особенности сред обитания организмов. Приспособления организмов к жизни в разных средах. Экологические факторы и закономерности их действия. Действие экологических факторов как раздражителей, ограничителей, модификаторов, сигналов. Биологический оптимум и ограничивающий фактор. Правила минимума и максимума. Толерантность. Эврибионтные и стенобионтные организмы. Классификация экологических факторов: абиотические, биотические, антропогенные

	6.3	Абиотические факторы. Свет как экологический фактор. Действие разных участков солнечного спектра на организмы. Экологические группы растений и животных по отношению к свету. Сигнальная роль света. Фотопериодизм. Температура как экологический фактор. Действие температуры на организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Эвритермные и стенотермные организмы. Температурные приспособления организмов. Правила Аллена и Бергмана. Влажность как экологический фактор. Приспособления растений к поддержанию водного баланса. Классификация растений по отношению к воде. Приспособления животных к изменению водного режима. Газовый и ионный состав среды. Почва и рельеф. Погодные и климатические факторы. Приспособления организмов к действию абиотических факторов. Биологические ритмы. Внешние и внутренние ритмы. Суточные и годовые ритмы. Приспособленность организмов к сезонным изменениям условий жизни
	6.4	Жизненные формы организмов. Понятие о жизненной форме организма. Жизненные формы растений: деревья, кустарники, кустарнички, многолетние травы, однолетние травы. Жизненные формы животных: гидробионты, геобионты, аэробиионты. Особенности строения и образа жизни
	6.5	Биотические факторы. Виды биотических взаимодействий: конкуренция, хищничество, паразитизм, мутуализм, комменсализм, аменсализм, нейтрализм. Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания и в сообществах. Принцип конкурентного исключения как одно из экологических правил существования организмов в среде обитания
7	<b>Экологическая характеристика вида и популяции</b>	
	7.1	Экологическая ниша вида. Местообитание. Понятие об экологической нише вида. Многомерная модель экологической ниши. Размеры экологической ниши. Смена экологической ниши. Экологические характеристики популяции. Популяция как биологическая система. Основные показатели популяции. Биотический потенциал популяции. Кривые роста численности популяции
	7.2	Экологическая структура популяции. Пространственная структура и размещение особей в популяции. Возрастная структура и возрастные пирамиды популяции. Половая структура популяции. Этологическая (поведенческая) структура популяции. Динамика популяции и её регуляция. Типы динамики популяций. Оценка численности популяции. Кривые выживания. Регуляция численности популяций. Факторы смертности и ёмкость среды
8	<b>Сообщества и экологические системы</b>	
	8.1	Сообщества организмов. Биоценоз и его структура. Связи между организмами в биоценозе. Свойства биогеоценозов: самовоспроизводство, устойчивость, саморегуляция, саморазвитие. Циклические изменения в биогеоценозах. Поступательные изменения сообществ – сукцессии. Первичные и вторичные сукцессии и их причины. Антропогенные сукцессии. Климаксное сообщество. Биоразнообразие – основа устойчивости сообществ

	8.2	Экосистема. Структурные компоненты экосистемы: продуценты, консументы, редуценты. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме. Трофические уровни. Трофические цепи и сети. Основные показатели экосистемы. Биомасса и продукция. Экологические пирамиды чисел, биомассы и энергии. Правило пирамиды энергии. Природные экосистемы. Экосистема озера. Экосистема смешанного леса. Структурные компоненты и трофическая сеть экосистем
	8.3	Антропогенные экосистемы. Агроэкосистемы. Отличия агроэкосистем от биогеоценозов. Урбоэкосистемы. Основные компоненты урбоэкосистем. Городская флора и фауна. Синантропизация городской фауны. Биологическое и хозяйственное значение агроэкосистем и урбоэкосистем
9	<b>Биосфера – глобальная экосистема</b>	
	9.1	Биосфера – живая оболочка Земли. Развитие представлений о биосфере в трудах В.И. Вернадского. Области биосферы и её состав. Живое вещество биосферы и его функции
	9.2	Закономерности существования биосферы. Особенности биосферы как глобальной экосистемы. Динамическое равновесие в биосфере. Круговороты веществ и биогеохимические циклы. Ритмичность явлений в биосфере
	9.3	Зональность биосферы. Понятие о биогеоценозе. Основные биомы суши: полярные области и тундра, хвойные леса, смешанные и широколиственные леса, степи, саванны, кустарники, пустыни, влажные тропические леса, высокогорья. Климат, растительный и животный мир биомов суши. Полярная асимметрия биосферы