

Утверждено  
Директором МОАУ СОШ №10  
«Центр образования»  
Приказ № 626 от 29.08.2025 г.

**ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ  
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «БИОЛОГИЯ. УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ»,  
УТВЕРЖДЕННАЯ ПРИКАЗОМ № 606 ОТ 31.08.2023 ГОДА  
(ID-2467562)**

для обучающихся 10-11 классов

изменения рассмотрены  
на заседании педагогического совета  
Муниципального общеобразовательного  
автономного учреждения  
средняя общеобразовательная школа №10  
«Центр образования»  
городского округа город Нефтекамск  
Республики Башкортостан  
(протокол №34 от 22.08.2025 года)

**Нефтекамск, 2025**

На основании Приказа Министерства просвещения РФ от 09.10.2024 № 704 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства просвещения РФ, касающихся федеральных образовательных программ начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования», изменений в Основную образовательную программу основного общего образования (или среднего общего образования), утвержденных 29.08.2025 года приказом №626 от 29.08.2025 года внести изменения в рабочую программу по учебному предмету «Биология. Углубленный уровень» для учащихся 10-11 классов:

**1. Внести изменения в «Тематическое планирование»**

**11 КЛАСС**

| №<br>п/п                            | Наименование разделов и тем программы                                                        | Количество часов |                       |                        | Электронные (цифровые)<br>образовательные ресурсы |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                              | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                                                   |
| 1                                   | Зарождение и развитие эволюционных представлений в биологии                                  | 5                |                       |                        |                                                   |
| 2                                   | Микроэволюция и её результаты                                                                | 15               |                       | 2                      |                                                   |
| 3                                   | Макроэволюция и её результаты                                                                | 8                |                       |                        |                                                   |
| 4                                   | Происхождение и развитие жизни на Земле                                                      | 16               |                       | 1.5                    |                                                   |
| 5                                   | Происхождение человека – антропогенез                                                        | 11               |                       | 1                      |                                                   |
| 6                                   | Экология — наука о взаимоотношениях организмов и надорганизменных систем с окружающей средой | 4                |                       | 0.5                    |                                                   |
| 7                                   | Организмы и среда обитания                                                                   | 10               |                       | 1.5                    |                                                   |
| 8                                   | Экология видов и популяций                                                                   | 9                |                       | 0.5                    |                                                   |
| 9                                   | Экология сообществ. Экологические системы                                                    | 12               |                       | 0.5                    |                                                   |
| 10                                  | Биосфера – глобальная экосистема                                                             | 6                |                       |                        |                                                   |
| 11                                  | Человек и окружающая среда                                                                   | 6                | 1                     |                        |                                                   |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                              | 102              | 1                     | 7.5                    |                                                   |

**2. Внести изменения в «ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ»**

**10 КЛАСС**

| № | Тема урока | Количество часов | Дата | Электронные |
|---|------------|------------------|------|-------------|
|---|------------|------------------|------|-------------|

| п/п |                                                                                                                                                                            | Всего | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы | изучения | цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|------------------------|----------|----------------------------------------|
| 1   | Биология как комплексная наука и как часть современного общества                                                                                                           | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 2   | Живые системы и их свойства                                                                                                                                                | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 3   | Уровневая организация живых систем                                                                                                                                         | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 4   | История открытия и изучения клетки. Клеточная теория                                                                                                                       | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 5   | Методы молекулярной и клеточной биологии. Практическая работа «Изучение методов клеточной биологии (хроматография, электрофорез, дифференциальное центрифугирование, ПЦР)» | 1     |                       | 0.5                    |          |                                        |
| 6   | Химический состав клетки                                                                                                                                                   | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 7   | Минеральные вещества клетки, их биологическая роль                                                                                                                         | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 8   | Органические вещества клетки — белки. Лабораторная работа «Обнаружение белков с помощью качественных реакций»                                                              | 1     |                       | 0.5                    |          |                                        |
| 9   | Свойства, классификация и функции белков                                                                                                                                   | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 10  | Органические вещества клетки — углеводы                                                                                                                                    | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 11  | Органические вещества клетки — липиды                                                                                                                                      | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 12  | Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Лабораторная работа «Исследование нуклеиновых кислот, выделенных из клеток различных организмов»                                           | 1     |                       | 0.5                    |          |                                        |
| 13  | Строение и функции АТФ. Другие нуклеозидтрифосфаты (НТФ)                                                                                                                   | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 14  | Секвенирование ДНК. Методы геномики, транскриптомики, протеомики                                                                                                           | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 15  | Методы структурной биологии                                                                                                                                                | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 16  | Типы клеток. Прокариотическая клетка                                                                                                                                       | 1     |                       |                        |          |                                        |
| 17  | Строение эукариотической клетки. Практическая работа                                                                                                                       | 1     |                       | 0.5                    |          |                                        |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                                                      | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                 | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
|          | «Изучение свойств клеточной мембраны»                                                                                                                                           |                  |                       |                        |                  |                                                       |
| 18       | Поверхностный аппарат клетки                                                                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 19       | Одномембранные органоиды клетки. Практическая работа «Изучение движения цитоплазмы в растительных клетках»                                                                      | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 20       | Полуавтономные органоиды клетки: митохондрии, пластиды. Лабораторная работа «Исследование плазмолиза и деплазмолиза в растительных клетках»                                     | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 21       | Немембранные органоиды клетки                                                                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 22       | Строение и функции ядра                                                                                                                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 23       | Сравнительная характеристика клеток эукариот. Лабораторная работа «Изучение строения клеток различных организмов»                                                               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 24       | Ассимиляция и диссимиляция — две стороны метаболизма. Типы обмена веществ. Лабораторная работа «Изучение каталитической активности ферментов (на примере амилазы или каталазы)» | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 25       | Ферментативный характер реакций клеточного метаболизма. Лабораторная работа «Изучение ферментативного расщепления пероксида водорода в растительных и животных клетках»         | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 26       | Белки-активаторы и белки-ингибиторы                                                                                                                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 27       | Автотрофный тип обмена веществ                                                                                                                                                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 28       | Фотосинтез                                                                                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 29       | Хемосинтез. Лабораторная работа «Сравнение процессов фотосинтеза и хемосинтеза»                                                                                                 | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 30       | Анаэробные организмы. Виды брожения. Лабораторная                                                                                                                               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                     | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
|          | работа «Сравнение процессов брожения и дыхания»                                                                                                |                  |                       |                        |                  |                                                       |
| 31       | Аэробные организмы. Этапы энергетического обмена                                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 32       | Энергия мембранного градиента протонов. Синтез АТФ:<br>работа протонной АТФ-синтазы                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 33       | Реакции матричного синтеза                                                                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 34       | Транскрипция — матричный синтез РНК                                                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 35       | Трансляция и её этапы                                                                                                                          | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 36       | Кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе<br>белка                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 37       | Организация генома у прокариот и эукариот                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 38       | Молекулярные механизмы экспрессии генов у эукариот                                                                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 39       | Вирусы — неклеточные формы жизни и облигатные<br>паразиты. Практическая работа «Создание модели<br>вируса»                                     | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 40       | Вирусные заболевания человека, животных, растений                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 41       | Нанотехнологии в биологии и медицине                                                                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 42       | Жизненный цикл клетки                                                                                                                          | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 43       | Матричный синтез ДНК                                                                                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 44       | Хромосомы. Лабораторная работа «Изучение хромосом<br>на готовых микропрепаратах»                                                               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 45       | Деление клетки — митоз                                                                                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 46       | Типы клеток. Кариокинез и цитокинез. Лабораторная<br>работа «Наблюдение митоза в клетках кончика корешка<br>лука (на готовых микропрепаратах)» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 47       | Регуляция жизненного цикла клеток                                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                          | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                     | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 48       | Организм как единое целое                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 49       | Ткани растений. Лабораторная работа «Изучение тканей растений»                      | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 50       | Ткани животных и человека. Лабораторная работа «Изучение тканей животных»           | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 51       | Органы. Системы органов. Лабораторная работа «Изучение органов цветкового растения» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 52       | Опора тела организмов                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 53       | Движение организмов                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 54       | Питание организмов                                                                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 55       | Питание позвоночных животных. Пищеварительная система человека                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 56       | Дыхание организмов                                                                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 57       | Дыхание позвоночных животных и человека                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 58       | Транспорт веществ у организмов                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 59       | Кровеносная система позвоночных животных и человека                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 60       | Выделение у организмов                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 61       | Защита у организмов                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 62       | Иммунная система человека                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 63       | Раздражимость и регуляция у организмов                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 64       | Гуморальная регуляция и эндокринная система животных и человека                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 65       | Формы размножения организмов                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 66       | Половое размножение                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                          | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                     | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 67       | Мейоз                                                                                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 68       | Гаметогенез. Образование и развитие половых клеток. Лабораторная работа «Изучение строения половых клеток на готовых микропрепаратах»               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 69       | Индивидуальное развитие организмов — онтогенез                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 70       | Закладка органов и тканей из зародышевых листков                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 71       | Рост и развитие животных. Лабораторная работа «Выявление признаков сходства зародышей позвоночных животных»                                         | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 72       | Размножение и развитие растений. Лабораторная работа «Строение органов размножения высших растений»                                                 | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 73       | История становления и развития генетики как науки                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 74       | Основные понятия и символы генетики. Лабораторная работа «Дрозофила как объект генетических исследований»                                           | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 75       | Закономерности наследования признаков. Моногибридное скрещивание. Практическая работа "Изучение результатов моногибридного скрещивания у дрозофилы" | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 76       | Цитологические основы моногибридного скрещивания                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 77       | Анализирующее скрещивание. Неполное доминирование                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 78       | Дигибридное скрещивание. Практическая работа «Изучение результатов дигибридного скрещивания у дрозофилы»                                            | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 79       | Цитологические основы дигибридного скрещивания                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 80       | Сцепленное наследование признаков                                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                                                   | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                              | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 81       | Хромосомная теория наследственности                                                                                                                                          | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 82       | Генетика пола                                                                                                                                                                | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 83       | Генотип как целостная система                                                                                                                                                | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 84       | Генетический контроль развития растений, животных и человека                                                                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 85       | Изменчивость признаков. Виды изменчивости                                                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 86       | Модификационная изменчивость                                                                                                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 87       | Вариационный ряд и вариационная кривая. Лабораторная работа «Исследование закономерностей модификационной изменчивости. Построение вариационного ряда и вариационной кривой» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 88       | Генотипическая изменчивость. Комбинативная изменчивость                                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 89       | Мутационная изменчивость. Практическая работа «Мутации у дрозофилы (на готовых микропрепаратах)»                                                                             | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 90       | Закономерности мутационного процесса. Эпигенетика и эпигеномика                                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 91       | Генетика человека. Практическая работа «Составление и анализ родословной»                                                                                                    | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 92       | Методы медицинской генетики                                                                                                                                                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 93       | Значение медицинской генетики в предотвращении и лечении генетических заболеваний человека                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 94       | Основные понятия селекции. Лабораторная работа «Изучение сортов культурных растений и пород домашних животных»                                                               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 95       | Методы селекционной работы. Лабораторная работа                                                                                                                              | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |



| №<br>п/п                            | Тема урока                                                                                                  | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                             | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
|                                     | «Изучение методов селекции растений»                                                                        |                  |                       |                        |                  |                                                       |
| 96                                  | Достижения селекции растений и животных.<br>Практическая работа «Прививка растений»                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 97                                  | Сохранение, изучение и использование генетических<br>ресурсов                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 98                                  | Биотехнология как наука и отрасль производства.<br>Практическая работа «Изучение объектов<br>биотехнологии» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 99                                  | Основные направления синтетической биологии                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 100                                 | Хромосомная и генная инженерия                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 101                                 | Медицинские биотехнологии                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 102                                 | Повторение, обобщение, систематизация знаний                                                                | 1                | 1                     |                        |                  |                                                       |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                                             | 102              | 1                     | 14                     |                  |                                                       |

## 11 КЛАСС

| №<br>п/п | Тема урока                                                     | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 1        | Эволюционная теория Ч. Дарвина                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 2        | Движущие силы эволюции видов по Ч. Дарвину                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 3        | Борьба за существование, естественный и<br>искусственный отбор | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 4        | Формирование синтетической теории эволюции                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 5        | Этапы эволюционного процесса: микроэволюция и<br>макроэволюция | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 6        | Популяция — элементарная единица эволюции                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                                                               | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                          | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 7        | Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга. Лабораторная работа «Выявление изменчивости у особей одного вида»                                                                | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 8        | Элементарные факторы эволюции                                                                                                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 9        | Эффект основателя. Эффект бутылочного горлышка                                                                                                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 10       | Миграции. Изоляции популяций: географическая, биологическая                                                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 11       | Естественный отбор — направляющий фактор эволюции                                                                                                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 12       | Половой отбор                                                                                                                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 13       | Приспособленность организмов как результат микроэволюции. Лабораторная работа «Изучение ароморфозов и идиоадаптаций у растений и животных»                                               | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 14       | Примеры приспособлений у организмов: морфологические, физиологические, биохимические, поведенческие. Лабораторная работа «Приспособления организмов и их относительная целесообразность» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 15       | Вид, его критерии и структура. Лабораторная работа «Сравнение видов по морфологическому критерию»                                                                                        | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 16       | Структура вида                                                                                                                                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 17       | Видообразование как результат микроэволюции                                                                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 18       | Связь микроэволюции и эпидемиологии                                                                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 19       | Макроэволюция. Палеонтологические методы изучения эволюции                                                                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 20       | Биогеографические методы изучения эволюции                                                                                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 21       | Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции                                                                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                               | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                          | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 22       | Молекулярно-генетические, биохимические и математические методы изучения эволюции                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 23       | Общие закономерности эволюции                                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 24       | Адаптивная радиация. Неравномерность темпов эволюции                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 25       | Научные гипотезы происхождения жизни на Земле                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 26       | Донаучные представления о зарождении жизни                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 27       | Основные этапы неорганической эволюции                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 28       | Гипотезы зарождения жизни                                                                                                | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 29       | История Земли и методы её изучения. Лабораторная работа «Изучение и описание ископаемых остатков древних организмов»     | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 30       | Начальные этапы органической эволюции                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 31       | Эволюция эукариот                                                                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 32       | Основные этапы эволюции растительного мира. Практическая работа «Изучение особенностей строения растений разных отделов» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 33       | Основные этапы эволюции животного мира                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 34       | Эволюция животных. Практическая работа «Изучение особенностей строения позвоночных животных»                             | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 35       | Развитие жизни на Земле по эрам и периодам                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 36       | Массовые вымирания — экологические кризисы прошлого                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 37       | Современный экологический кризис, его особенности                                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 38       | Современная система органического мира                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 39       | Основные систематические группы организмов                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                                        | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                   | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 40       | Антропология — наука о человеке                                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 41       | Развитие представлений о происхождении человека                                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 42       | Место человека в системе органического мира.<br>Лабораторная работа «Изучение особенностей строения скелета человека, связанных с прямохождением» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 43       | Движущие силы антропогенеза                                                                                                                       | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 44       | Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе                                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 45       | Основные стадии антропогенеза                                                                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 46       | Палеогенетика и палеогеномика                                                                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 47       | Эволюция современного человека                                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 48       | Человеческие расы. Практическая работа «Изучение экологических адаптаций человека»                                                                | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 49       | Междисциплинарные методы антропологии                                                                                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 50       | Зарождение и развитие экологии                                                                                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 51       | Методы экологии. Лабораторная работа «Изучение методов экологических исследований»                                                                | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 52       | Значение экологических знаний для человека                                                                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 53       | Экологические факторы                                                                                                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 54       | Абиотические факторы. Свет как экологический фактор. Лабораторная работа «Выявление приспособлений организмов к влиянию света»                    | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 55       | Абиотические факторы. Температура как экологический фактор. Лабораторная работа «Выявление приспособлений организмов к влиянию температуры»       | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 56       | Абиотические факторы. Влажность как экологический                                                                                                 | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                           | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
|          | фактор. Лабораторная работа «Анатомические особенности растений из разных мест обитания»  |                  |                       |                        |                  |                                                       |
| 57       | Среды обитания организмов                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 58       | Биологические ритмы                                                                       | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 59       | Жизненные формы организмов                                                                | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 60       | Биотические факторы                                                                       | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 61       | Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 62       | Экологические характеристики популяции                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 63       | Основные показатели популяции: численность, плотность, возрастная и половая структура     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 64       | Основные показатели популяции: рождаемость, прирост, темп роста, смертность, миграции     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 65       | Экологическая структура популяции                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 66       | Динамика популяции и её регуляция                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 67       | Кривые роста численности популяции. Кривые выживания                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 68       | Экологическая ниша вида. Лабораторная работа «Приспособления семян растений к расселению» | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 69       | Вид как система популяций                                                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 70       | Закономерности поведения и миграций животных                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 71       | Сообщество организмов — биоценоз                                                          | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 72       | Экосистема как открытая система                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 73       | Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 74       | Основные показатели экосистемы                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п | Тема урока                                                                                                                    | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                               | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 75       | Экологические пирамиды                                                                                                        | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 76       | Изменения сообществ — сукцессии                                                                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 77       | Природные экосистемы. Экосистемы озер и рек.<br>Экосистемы морей и океанов                                                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 78       | Природные экосистемы. Экосистемы тундр, лесов,<br>степей, пустынь                                                             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 79       | Антропогенные экосистемы                                                                                                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 80       | Урбоэкосистемы. Практическая работа «Изучение и<br>описание урбоэкосистемы»                                                   | 1                |                       | 0.5                    |                  |                                                       |
| 81       | Закономерности формирования основных<br>взаимодействий организмов в экосистемах                                               | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 82       | Механизмы воздействия загрязнений разных типов на<br>суборганизменном, организменном, популяционном и<br>экосистемном уровнях | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 83       | Биосфера — общепланетарная оболочка Земли                                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 84       | Учение В. И. Вернадского о биосфере                                                                                           | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 85       | Закономерности существования биосферы                                                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 86       | Круговороты веществ и биогеохимические циклы                                                                                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 87       | Зональность биосферы. Основные биомы суши                                                                                     | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 88       | Устойчивость биосферы                                                                                                         | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 89       | Экологические кризисы и их причины                                                                                            | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 90       | Воздействие человека на биосферу                                                                                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 91       | Антропогенное воздействие на растительный и<br>животный мир                                                                   | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 92       | Охрана природы                                                                                                                | 1                |                       |                        |                  |                                                       |

| №<br>п/п                            | Тема урока                                                                     | Количество часов |                       |                        | Дата<br>изучения | Электронные<br>цифровые<br>образовательные<br>ресурсы |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                | Всего            | Контрольные<br>работы | Практические<br>работы |                  |                                                       |
| 93                                  | Основные принципы устойчивого развития человечества и природы                  | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 94                                  | Рациональное природопользование и сохранение биологического разнообразия Земли | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 95                                  | Обобщение по теме «Микроэволюция и её результаты»                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 96                                  | Обобщение по теме «Макроэволюция и её результаты»                              | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 97                                  | Обобщение по теме «Происхождение и развитие жизни на Земле»                    | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 98                                  | Обобщение по теме «Происхождение человека – антропогенез»                      | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 99                                  | Обобщение по теме «Экология – наука о взаимоотношениях организмов»             | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 100                                 | Обобщение по теме «Организмы и среда обитания»                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 101                                 | Обобщение по теме «Экология видов и популяций»                                 | 1                |                       |                        |                  |                                                       |
| 102                                 | Обобщение по теме «Биосфера – глобальная экосистема»                           | 1                | 1                     |                        |                  |                                                       |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ |                                                                                | 102              | 1                     | 7.5                    |                  |                                                       |

**3. Включить раздел «ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО БИОЛОГИИ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ!»**

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Сформированность знаний о месте и роли биологии в системе естественных наук, в формировании современной естественнонаучной картины мира, в познании законов природы и решении жизненно важных социально-этических, экономических, экологических проблем человечества, а также в решении вопросов рационального природопользования, в формировании ценностного отношения к природе, обществу, человеку; о вкладе российских и зарубежных учёных – биологов в развитие биологии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2                           | Владение системой знаний об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, проведение наблюдений); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе. Умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы. Выявление зависимости между исследуемыми величинами, объяснение полученных результатов и формулирование выводов с использованием научных понятий, теорий и законов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3                           | Умение владеть системой биологических знаний, которая включает: основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, ткань, орган, организм, вид, популяция, экосистема, биоценоз, биосфера; метаболизм, гомеостаз, клеточный иммунитет, биосинтез белка, биополимеры, дискретность, саморегуляция, самовоспроизведение, наследственность, изменчивость, энергозависимость, рост и развитие); биологические теории: клеточная теория Т. Шванна, М. Шлейдена, Р. Вирхова; клонально-селективного иммунитета П. Эрлих, И.И. Мечникова, хромосомная теория наследственности Т. Моргана, закон зародышевого сходства К. Бэра, эволюционная теория Ч. Дарвина, синтетическая теория эволюции, теория антропогенеза Ч. Дарвина; теория биогеоценоза В.Н. Сукачёва; учение Н.И. Вавилова о центрах многообразия и происхождения культурных растений, учение А.Н. Северцова о путях и направлениях эволюции, учение В.И. Вернадского – о биосфере); законы (единообразия потомков первого поколения, расщепления признаков, независимого наследования признаков Г. Менделя; сцепленного наследования признаков и нарушения сцепления генов Т. Моргана; гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова; генетического равновесия Дж. Харди и В. Вайнберга; зародышевого сходства К. Бэра; биогенетический закон Э. Геккеля, Ф. Мюллера); принципы (чистоты гамет, комплементарности); |



| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | правила (минимума Ю. Либиха, экологической пирамиды чисел, биомассы и энергии); гипотезы (коацерватной А.И. Опарина, первичного бульона Дж. Холдейна, микросфер С. Фокса, рибозима Т. Чек)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4                           | Умение решать поисковые биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов; составлять генотипические схемы скрещивания для разных типов наследования признаков у организмов, составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистемах (цепи питания, пищевые сети)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 5                           | Умение устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: органоидов, клеток разных тканей, органами и системами органов у растений, животных и человека; между этапами обмена веществ; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; этапами эмбрионального развития; генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания; процессами эволюции; движущими силами антропогенеза; компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6                           | Умение выделять существенные признаки: строения вирусов, клеток прокариот и эукариот; одноклеточных и многоклеточных организмов, видов, биогеоценозов, экосистем и биосферы; строения органов и систем органов растений, животных, человека; процессов жизнедеятельности, протекающих в организмах растений, животных и человека; биологических процессов: обмена веществ (метаболизм), информации и превращения энергии, брожения, автотрофного и гетеротрофного типов питания, фотосинтеза и хемосинтеза, митоза, мейоза, гаметогенеза, эмбриогенеза, постэмбрионального развития, размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза), взаимодействия генов, гетерозиса; действий искусственного отбора, стабилизирующего, движущего и разрывающего естественного отбора; аллопатрического и симпатрического видообразования; влияния движущих сил эволюции на генофонд популяции; приспособленности организмов к среде обитания, чередования направлений эволюции; круговорота веществ и потока энергии в экосистемах |
| 7                           | Сформированность умения выделять существенные признаки вирусов, клеток прокариот и эукариот; одноклеточных и многоклеточных организмов, видов, биогеоценозов и экосистем; особенности процессов обмена веществ и превращения энергии в клетке, фотосинтеза, пластического и энергетического обмена, хемосинтеза, митоза, мейоза, оплодотворения, развития и размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза), борьбы за существование, естественного отбора, видообразования, приспособленности организмов к среде обитания, влияния компонентов экосистем, антропогенных изменений в экосистемах своей местности, круговорота веществ и превращения энергии в                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Код проверяемого требования | Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | биосфере                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8                           | Умение использовать соответствующие аргументы, биологическую терминологию и символику для доказательства родства организмов разных систематических групп; взаимосвязи организмов и среды обитания; единства человеческих рас; необходимости здорового образа жизни, сохранения разнообразия видов и экосистем как условия сосуществования природы и человечества |
| 9                           | Умение критически оценивать информацию биологического содержания; интерпретировать этические аспекты современных исследований в биологии, медицине, биотехнологии; рассматривать глобальные экологические проблемы современности, формировать по отношению к ним собственную позицию                                                                             |

**4. Вставить раздел «ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО БИОЛОГИИ»**

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Биология как наука. Живые системы и их изучение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 1.1 | Современная биология – комплексная наука. Биологические науки и изучаемые ими проблемы. Фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования в биологии.<br>Значение биологии в формировании современной естественно-научной картины мира. Профессии, связанные с биологией. Значение биологии в практической деятельности человека: медицине, сельском хозяйстве, промышленности, охране природы                                                                                                                                |
| 1.2 | Живые системы как предмет изучения биологии. Свойства живых систем: единство химического состава, дискретность и целостность, сложность и упорядоченность структуры, открытость, самоорганизация, самовоспроизведение, раздражимость, изменчивость, рост и развитие.<br>Уровни организации живых систем: молекулярный, клеточный, тканевый, организменный, популяционно-видовой, экосистемный (биогеоценотический), биосферный. Процессы, происходящие в живых системах. Основные признаки живого. Жизнь как форма существования материи |
| 1.3 | Методы биологической науки. Наблюдение, измерение, эксперимент, систематизация, метаанализ. Понятие о зависимой и независимой переменной. Планирование эксперимента. Постановка и проверка гипотез. Нулевая гипотеза. Понятие выборки и её достоверность. Разброс в биологических данных. Оценка достоверности полученных результатов. Причины искажения результатов эксперимента. Понятие статистического теста                                                                                                                         |
| 2   | Клетка как биологическая система                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.1 | Клетка – структурно-функциональная единица живого. История открытия клетки. Работы Р. Гука, А. Левенгука. Клеточная теория (Т. Шванн, М. Шлейден, Р. Вирхов). Основные положения современной клеточной теории.<br>Методы молекулярной и клеточной биологии: микроскопия, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов, дифференциальное центрифугирование, культивирование клеток                                                                                                                                                   |
| 2.2 | Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Вода и её роль как растворителя, реагента, участие в структурировании клетки, терморегуляции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>Минеральные вещества клетки, их биологическая роль. Роль катионов и анионов в клетке.</p> <p>Биологические полимеры. Белки. Аминокислотный состав белков. Структуры белковой молекулы. Первичная структура белка, пептидная связь. Вторичная, третичная, четвертичная структуры. Денатурация. Свойства белков. Классификация белков. Биологические функции белков.</p> <p>Углеводы. Моносахариды, дисахариды, олигосахариды и полисахариды. Общий план строения и физико-химические свойства углеводов. Биологические функции углеводов.</p> <p>Липиды. Гидрофильно-гидрофобные свойства. Классификация липидов. Триглицериды, фосфолипиды, воски, стероиды. Биологические функции липидов. Общие свойства биологических мембран – текучесть, способность к самозамыканию, полупроницаемость.</p> <p>Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Строение нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. Принцип комплементарности. Правило Чаргаффа. Структура ДНК – двойная спираль. Местонахождение и биологические функции ДНК. Виды РНК. Функции РНК в клетке.</p> <p>Строение молекулы АТФ. Макроэргические связи в молекуле АТФ. Биологические функции АТФ. Восстановленные переносчики, их функции в клетке. Секвенирование ДНК.</p> <p>Структурная биология: биохимические и биофизические исследования состава и пространственной структуры биомолекул</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2.3 | <p>Типы клеток: эукариотическая и прокариотическая. Структурно-функциональные образования клетки.</p> <p>Строение прокариотической клетки. Клеточная стенка бактерий и архей. Особенности строения гетеротрофной и автотрофной прокариотических клеток. Место и роль прокариот в биоценозах.</p> <p>Строение и функционирование эукариотической клетки. Плазматическая мембрана (плазмалемма). Структура плазматической мембраны. Транспорт веществ через плазматическую мембрану: пассивный (диффузия, облегчённая диффузия), активный (первичный и вторичный активный транспорт). Полупроницаемость мембраны. Работа натрий-калиевого насоса. Эндоцитоз: пиноцитоз, фагоцитоз. Экзоцитоз. Клеточная стенка. Структура и функции клеточной стенки растений, грибов.</p> <p>Цитоплазма. Цитозоль. Цитоскелет. Движение цитоплазмы. Органоиды клетки. Одномембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть (ЭПС), аппарат Гольджи, лизосомы, их строение и функции. Взаимосвязь одномембранных органоидов клетки. Строение гранулярного ретикулума. Синтез растворимых белков. Синтез клеточных мембран. Гладкий (агранулярный) эндоплазматический ретикулум. Секреторная функция аппарата Гольджи. Транспорт веществ в клетке. Вакуоли растительных клеток. Клеточный сок. Тургор.</p> <p>Полуавтономные органоиды клетки: митохондрии, пластиды.</p> <p>Строение и функции митохондрий и пластид. Первичные, вторичные и сложные пластиды фотосинтезирующих эукариот. Хлоропласты, хромопласты, лейкопласты высших растений.</p> <p>Немембранные органоиды клетки. Строение и функции немембранных органоидов клетки. Рибосомы. Микрофиламенты. Мышечные клетки. Микротрубочки. Клеточный центр. Строение и движение жгутиков и ресничек. Микротрубочки цитоплазмы. Центриоль.</p> |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>Ядро. Оболочка ядра, хроматин, кариоплазма, ядрышки, их строение и функции. Ядерный белковый матрикс. Пространственное расположение хромосом в интерфазном ядре. Белки хроматина – гистоны.</p> <p>Клеточные включения. Сравнительная характеристика клеток эукариот (растительной, животной, грибной)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.4 | <p>Ассимиляция и диссимиляция – две стороны метаболизма. Типы обмена веществ: автотрофный и гетеротрофный. Участие кислорода в обменных процессах. Энергетическое обеспечение клетки: превращение АТФ в обменных процессах. Ферментативный характер реакций клеточного метаболизма. Ферменты, их строение, свойства и механизм действия. Коферменты. Отличия ферментов от неорганических катализаторов. Белки-активаторы и белки-ингибиторы. Зависимость скорости ферментативных реакций от различных факторов.</p> <p>Первичный синтез органических веществ в клетке. Фотосинтез. Роль хлоропластов в процессе фотосинтеза. Световая и темновая фазы. Продуктивность фотосинтеза. Влияние различных факторов на скорость фотосинтеза. Значение фотосинтеза.</p> <p>Хемосинтез. Разнообразие организмов-хемосинтетиков: нитрифицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии, водородные бактерии. Значение хемосинтеза.</p> <p>Анаэробные организмы. Виды брожения. Продукты брожения и их использование человеком. Анаэробные микроорганизмы как объекты биотехнологии и возбудители болезней.</p> <p>Аэробные организмы. Этапы энергетического обмена. Подготовительный этап. Гликолиз – бескислородное расщепление глюкозы.</p> <p>Биологическое окисление, или клеточное дыхание. Роль митохондрий в процессах биологического окисления. Циклические реакции. Окислительное фосфорилирование. Преимущества аэробного пути обмена веществ перед анаэробным. Эффективность энергетического обмена</p> |
| 2.5 | <p>Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. Реализация наследственной информации. Генетический код, его свойства. Транскрипция – матричный синтез РНК. Принципы транскрипции: комплементарность, антипараллельность, асимметричность. Трансляция и её этапы. Участие транспортных РНК в биосинтезе белка. Условия биосинтеза белка. Кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе белка.</p> <p>Организация генома у прокариот и эукариот. Регуляция активности генов у прокариот. Гипотеза оперона (Ф. Жакоб, Ж. Мано). Регуляция обменных процессов в клетке. Клеточный гомеостаз.</p> <p>Вирусы – неклеточные формы жизни и облигатные паразиты. Строение простых и сложных вирусов, ретровирусов, бактериофагов.</p> <p>Вирусные заболевания человека, животных, растений. СПИД, COVID-19, социальные и медицинские проблемы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.6 | <p>Клеточный цикл, его периоды и регуляция. Интерфаза и митоз. Особенности процессов, протекающих в интерфазе. Подготовка клетки к делению. Пресинтетический (постмитотический), синтетический и постсинтетический (премитотический) периоды интерфазы.</p> <p>Матричный синтез ДНК – репликация. Принципы репликации ДНК: комплементарность, полуконсервативный синтез, антипараллельность. Механизм репликации ДНК. Хромосомы. Строение хромосом. Теломеры и теломераза. Хромосомный набор клетки – кариотип. Диплоидный и гаплоидный наборы хромосом. Гомологичные хромосомы. Половые хромосомы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>Деление клетки – митоз. Стадии митоза и происходящие в них процессы. Типы митоза. Кариокинез и цитокинез. Биологическое значение митоза. Регуляция митотического цикла клетки. Программируемая клеточная гибель – апоптоз.</p> <p>Функциональная геномика</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3   | Организм как биологическая система                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.1 | <p>Одноклеточные, колониальные, многоклеточные организмы и многоклеточные организмы.</p> <p>Формы размножения организмов: бесполое (включая вегетативное) и половое. Виды бесполого размножения: почкование, споруляция, фрагментация, клонирование.</p> <p>Половое размножение. Половые клетки, или гаметы. Мейоз. Стадии мейоза. Поведение хромосом в мейозе. Кроссинговер. Биологический смысл мейоза и полового процесса. Мейоз и его место в жизненном цикле организмов.</p> <p>Предзародышевое развитие. 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.</p> <p>Индивидуальное развитие организмов (онтогенез). Стадии эмбриогенеза животных (на примере лягушки). Дробление. Типы дробления. Особенности дробления млекопитающих. Зародышевые листки (гастроляция). Закладка органов и тканей из зародышевых листков. Взаимное влияние частей развивающегося зародыша (эмбриональная индукция). Закладка плана строения животного как результат иерархических взаимодействий генов. Влияние на эмбриональное развитие различных факторов окружающей среды.</p> <p>Рост и развитие животных. Постэмбриональный период. Прямое и косвенное развитие. Развитие с метаморфозом у беспозвоночных и позвоночных животных. Биологическое значение прямого и косвенного развития, их распространение в природе. Типы роста животных. Факторы регуляции роста животных и человека. Стадии постэмбрионального развития у животных и человека. Периоды онтогенеза человека.</p> <p>Размножение и развитие растений. Гаметофит и спорофит. Мейоз в жизненном цикле растений. Образование спор в процессе мейоза. Гаметогенез у растений. Оплодотворение и развитие растительных организмов. Двойное оплодотворение у цветковых растений. Образование и развитие семени. Механизмы регуляции онтогенеза у растений и животных</p> |
| 3.2 | <p>История становления и развития генетики как науки. Основные генетические понятия и символы. Гомологичные хромосомы, аллельные гены, альтернативные признаки, доминантный и рецессивный признак, гомозигота, гетерозигота, чистая линия, гибриды, генотип, фенотип. Основные методы генетики: гибридологический, цитологический, молекулярно-генетический</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.3 | <p>Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя – закон единообразия гибридов первого поколения. Правило доминирования. Второй закон Менделя – закон расщепления признаков. Цитологические основы моногибридного скрещивания. Гипотеза чистоты гамет.</p> <p>Анализирующее скрещивание. Промежуточный характер наследования. Расщепление признаков при неполном доминировании.</p> <p>Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя – закон независимого наследования признаков. Цитологические основы дигибридного скрещивания.</p> <p>Сцепленное наследование признаков. Работы Т. Моргана. Сцепленное</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>наследование генов, нарушение сцепления между генами. Хромосомная теория наследственности.</p> <p>Генетика пола. Хромосомный механизм определения пола. Аутосомы и половые хромосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетическая структура половых хромосом. Наследование признаков, сцепленных с полом.</p> <p>Генотип как целостная система. Плейотропия – множественное действие гена. Множественный аллелизм. Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность. Эпистаз. Полимерия</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3.4 | <p>Взаимодействие генотипа и среды при формировании фенотипа. Изменчивость признаков. Качественные и количественные признаки. Виды изменчивости: ненаследственная и наследственная.</p> <p>Модификационная изменчивость. Роль среды в формировании модификационной изменчивости. Норма реакции признака. Вариационный ряд и вариационная кривая (В. Иоганнсен). Свойства модификационной изменчивости.</p> <p>Генотипическая изменчивость. Свойства генотипической изменчивости. Виды генотипической изменчивости: комбинативная, мутационная.</p> <p>Комбинативная изменчивость. Мейоз и половой процесс – основа комбинативной изменчивости. Роль комбинативной изменчивости в создании генетического разнообразия в пределах одного вида.</p> <p>Мутационная изменчивость. Виды мутаций: генные, хромосомные, геномные. Спонтанные и индуцированные мутации. Ядерные и цитоплазматические мутации. Соматические и половые мутации. Причины возникновения мутаций. Мутагены и их влияние на организмы. Закономерности мутационного процесса. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилов). Внеядерная изменчивость и наследственность</p> |
| 3.5 | <p>Кариотип человека. Международная программа исследования генома человека. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, популяционно-статистический, молекулярно-генетический.</p> <p>Современное определение генотипа: полногеномное секвенирование, генотипирование, в том числе с помощью ПЦР-анализа. Наследственные заболевания человека. Генные и хромосомные болезни человека. Болезни с наследственной предрасположенностью. Значение медицинской генетики в предотвращении и лечении генетических заболеваний человека. Стволовые клетки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3.6 | <p>Доместикация и селекция. Зарождение селекции и доместикации. Учение Н.И. Вавилова о центрах происхождения и многообразия культурных растений. Роль селекции в создании сортов растений и пород животных. Сорт, порода, штамм. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, его значение для селекционной работы.</p> <p>Методы селекционной работы. Искусственный отбор: массовый и индивидуальный. Этапы комбинационной селекции. Испытание производителей по потомству. Отбор по генотипу с помощью оценки фенотипа потомства и отбор по генотипу с помощью анализа ДНК.</p> <p>Искусственный мутагенез как метод селекционной работы. Радиационный и химический мутагенез как источник мутаций у культурных форм организмов. Использование геномного редактирования и методов рекомбинантных ДНК для получения исходного материала для селекции.</p> <p>Получение полиплоидов. Внутривидовая гибридизация. Близкородственное скрещивание, или инбридинг. Неродственное скрещивание, или аутбридинг. Гетерозис и его причины. Использование гетерозиса в селекции. Отдалённая гибридизация.</p>                                        |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Преодоление бесплодия межвидовых гибридов. Достижения селекции растений и животных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.7 | Объекты, используемые в биотехнологии, – клеточные и тканевые культуры, микроорганизмы, их характеристика. Традиционная биотехнология: хлебопечение, получение кисломолочных продуктов, виноделие. Микробиологический синтез. Объекты микробиологических технологий. Производство белка, аминокислот и витаминов. Искусственное оплодотворение. Реконструкция яйцеклеток и клонирование животных. Метод трансплантации ядер клеток. Хромосомная и генная инженерия. Искусственный синтез гена и конструирование рекомбинантных ДНК. Достижения и перспективы хромосомной и геномной инженерии. Медицинские биотехнологии. Использование стволовых клеток                                                                                                                    |
| 4   | Система и многообразие органического мира                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4.1 | Биологическое разнообразие организмов. Современная система органического мира. Принципы классификации организмов. Основные систематические группы организмов. Особенности строения и жизнедеятельности одноклеточных организмов. Бактерии, археи, одноклеточные грибы, одноклеточные водоросли, другие протисты. Колониальные организмы. Движение одноклеточных организмов: амёбоидное, жгутиковое, ресничное. Защита у одноклеточных организмов. Раздражимость у одноклеточных организмов. Таксисы                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.2 | Многоклеточные растения. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Ткани, органы и системы органов многоклеточного организма. Организм как единое целое. Ткани растений. Типы растительных тканей: образовательная, покровная, проводящая, основная, механическая. Особенности строения, функций и расположения тканей в органах растений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.3 | Вегетативные и генеративные органы растений. Функции органов и систем органов. Каркас растений. Движение многоклеточных растений: тропизмы и настиги. Поглощение воды, углекислого газа и минеральных веществ растениями. Дыхание растений. Диффузия газов через поверхность клетки. Транспортные системы растений. Выделение у растений. Защита у многоклеточных растений. Кутикула. Средства пассивной и химической защиты. Фитонциды. Раздражимость и регуляция у организмов. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Ростовые вещества и их значение                                                                                                                                                                                                       |
| 4.5 | Многоклеточные животные. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Ткани, органы и системы органов многоклеточного организма. Организм как единое целое. Гомеостаз. Ткани животных и человека. Типы животных тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная. Особенности строения, функций и расположения тканей в органах животных и человека                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4.6 | Органы и системы органов животных. Функции органов и систем органов. Опора тела организмов. Скелеты одноклеточных и многоклеточных животных. Наружный и внутренний скелет. Строение и типы соединения костей. Движение многоклеточных животных. Питание животных. Питание позвоночных животных. Дыхание животных. Кожное дыхание. Жаберное и лёгочное дыхание. Дыхание позвоночных животных. Эволюционное усложнение строения лёгких позвоночных животных. Дыхательная система человека. Механизм вентиляции лёгких у птиц и млекопитающих. Транспорт веществ у организмов. Транспорт веществ у животных. Кровеносная система и её органы. Кровеносная система позвоночных животных. Круги кровообращения. Эволюционные усложнения строения кровеносной системы позвоночных |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>животных. Выделение у организмов. Выделение у животных. Сократительные вакуоли. Органы выделения. Связь полости тела с кровеносной и выделительной системами. Выделение у позвоночных животных. Защита у многоклеточных животных. Покровы и их производные.</p> <p>Раздражимость и регуляция у организмов. Раздражимость у одноклеточных организмов. Таксисы. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Ростовые вещества и их значение.</p> <p>Нервная система и рефлекторная регуляция у многоклеточных животных. Нервная система и её отделы. Эволюционное усложнение строения нервной системы у животных.</p> <p>Разработка алгоритмов и программ для эффективной функциональной аннотации геномов, транскриптомов, протеомов, метаболомов микроорганизмов, растений, животных и человека</p> |
| 5   | Организм человека и его здоровье                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.1 | <p>Органы и системы органов человека. Отделы головного мозга позвоночных животных. Рефлекс и рефлекторная дуга. Безусловные и условные рефлексы. Гуморальная регуляция и эндокринная система животных и человека. Железы эндокринной системы и их гормоны. Действие гормонов. Взаимосвязь нервной и эндокринной систем. Гипоталамо-гипофизарная система. Рефлекс и рефлекторная дуга. Безусловные и условные рефлексы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.2 | <p>Защита организма от болезней. Иммунная система человека. Клеточный и гуморальный иммунитет. Врождённый, приобретённый специфический иммунитет. Теория клонально-селективного иммунитета (П.Эрлих, Ф.М.Бернет, С.Тонегава). Воспалительные ответы организмов. Роль врождённого иммунитета в развитии системных заболеваний</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.3 | Кровеносная система и её органы. Сердце, кровеносные сосуды и кровь. Круги кровообращения. Работа сердца и её регуляция                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.4 | Дыхание человека. Диффузия газов через поверхность клетки. Дыхательная система человека. Дыхательная поверхность. Регуляция дыхания. Дыхательные объёмы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.5 | Пищеварительная система человека. Отделы пищеварительного тракта. Пищеварительные железы. Внутриполостное и внутриклеточное пищеварение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.6 | Покровы и их производные. Органы выделения. Почки. Строение и функционирование нефрона. Фильтрация, секреция и обратное всасывание как механизмы работы органов выделения. Образование мочи у человека                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 5.7 | Движение человека: мышечная система. Скелетные мышцы и их работа. Строение и типы соединения костей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6   | Теория эволюции. Развитие жизни на Земле                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6.1 | <p>Эволюционная теория Ч. Дарвина. Предпосылки возникновения дарвинизма. Жизнь и научная деятельность Ч. Дарвина.</p> <p>Движущие силы эволюции видов по Ч. Дарвину (высокая интенсивность размножения организмов, наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный и искусственный отбор).</p> <p>Оформление синтетической теории эволюции (СТЭ). Нейтральная теория эволюции. Современная эволюционная биология. Значение эволюционной теории в формировании естественно-научной картины мира</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6.2 | Популяция как элементарная единица эволюции. Современные методы оценки генетического разнообразия и структуры популяций. Изменение генофонда                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>популяции как элементарное эволюционное явление. Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга.</p> <p>Элементарные факторы (движущие силы) эволюции. Мутационный процесс. Комбинативная изменчивость. Дрейф генов – случайные ненаправленные изменения частот аллелей в популяциях. Эффект основателя. Миграции. Изоляция популяций: географическая (пространственная), биологическая (репродуктивная).</p> <p>Естественный отбор – направляющий фактор эволюции. Формы естественного отбора: движущий, стабилизирующий, разрывающий (дизруптивный). Половой отбор.</p> <p>Приспособленность организмов как результат микроэволюции. Возникновение приспособлений у организмов. Ароморфозы и идиоадаптации. Примеры приспособлений у организмов. Относительность приспособленности организмов.</p> <p>Вид, его критерии и структура. Видообразование как результат микроэволюции. Изоляция – ключевой фактор видообразования. Пути и способы видообразования: аллопатрическое (географическое), симпатрическое (экологическое), «мгновенное» (полиплоидизация, гибридизация). Длительность эволюционных процессов.</p> <p>Механизмы формирования биологического разнообразия.</p> <p>Роль эволюционной биологии в разработке научных методов сохранения биоразнообразия. Микроэволюция и коэволюция паразитов и их хозяев.</p> <p>Механизмы формирования устойчивости к антибиотикам и способы борьбы с ней</p> |
| 6.3 | <p>Методы изучения макроэволюции. Палеонтологические методы изучения эволюции. Переходные формы и филогенетические ряды организмов.</p> <p>Биогеографические методы изучения эволюции. Сравнение флоры и фауны материков и островов. Биогеографические области Земли. Виды-эндемики и реликты.</p> <p>Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции.</p> <p>Генетические механизмы эволюции онтогенеза и появления эволюционных новшеств. Гомологичные и аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Молекулярно-генетические, биохимические и математические методы изучения эволюции. Гомологичные гены. Современные методы построения филогенетических деревьев.</p> <p>Хромосомные мутации и эволюция геномов.</p> <p>Общие закономерности (правила) эволюции. Необратимость эволюции.</p> <p>Адаптивная радиация. Неравномерность темпов эволюции</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6.4 | <p>Научные гипотезы происхождения жизни на Земле. Абиогенез и панспермия. Донаучные представления о зарождении жизни (креационизм). Гипотеза постоянного самозарождения жизни и её опровержение опытами Ф. Реди, Л. Спалланцани, Л. Пастера. Происхождение жизни и астробиология.</p> <p>Основные этапы неорганической эволюции. Планетарная (геологическая) эволюция. Химическая эволюция. Абиогенный синтез органических веществ из неорганических. Опыт С. Миллера и Г. Юри. Образование полимеров из мономеров. Коацерватная гипотеза А.И. Опарина, гипотеза первичного бульона Дж. Холдейна, генетическая гипотеза Г. Мёллера. Рибозимы (Т. Чек) и гипотеза «мира РНК» У. Гилберта. Формирование мембран и возникновение протоклетки.</p> <p>История Земли и методы её изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология и её методы. Относительная и абсолютная геохронология. Геохронологическая шкала: эоны, эры, периоды, эпохи.</p> <p>Начальные этапы органической эволюции. Появление и эволюция первых клеток. Эволюция метаболизма. Возникновение первых экосистем. Современные</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>микробные биоплёнки как аналог первых на Земле сообществ. Строматолиты. Прокариоты и эукариоты.</p> <p>Происхождение эукариот (симбиогенез). Эволюционное происхождение вирусов.</p> <p>Происхождение многоклеточных организмов. Возникновение основных групп многоклеточных организмов.</p> <p>Основные этапы эволюции высших растений. Основные ароморфозы растений. Выход растений на сушу. Появление споровых растений и завоевание ими суши. Семенные растения. Происхождение цветковых растений.</p> <p>Основные этапы эволюции животного мира. Основные ароморфозы животных. Вендская фауна. Кембрийский взрыв – появление современных типов. Первые хордовые животные. Жизнь в воде. Эволюция позвоночных. Происхождение амфибий и рептилий. Происхождение млекопитающих и птиц. Принцип ключевого ароморфоза. Освоение беспозвоночными и позвоночными животными суши.</p> <p>Развитие жизни на Земле по эрам и периодам: архей, протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой. Общая характеристика климата и геологических процессов. Появление и расцвет характерных организмов. Углеобразование: его условия и влияние на газовый состав атмосферы.</p> <p>Массовые вымирания – экологические кризисы прошлого. Причины и следствия массовых вымираний. Современный экологический кризис, его особенности</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.5 | <p>Разделы и задачи антропологии. Методы антропологии. Становление представлений о происхождении человека. Современные научные теории.</p> <p>Сходство человека с животными. Систематическое положение человека. Свидетельства сходства человека с животными: сравнительно-морфологические, эмбриологические, физиолого-биохимические, поведенческие. Отличия человека от животных. Прямохождение и комплекс связанных с ним признаков. Развитие головного мозга и второй сигнальной системы.</p> <p>Движущие силы (факторы) антропогенеза: биологические, социальные. Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе.</p> <p>Основные стадии антропогенеза. Австралопитеки – двуногие предки людей. Человек умелый, первые изготовления орудий труда. Человек прямоходящий и первый выход людей за пределы Африки. Человек гейдельбергский – общий предок неандертальского человека и человека разумного. Человек неандертальский как вид людей холодного климата. Человек разумный современного типа, денисовский человек, освоение континентов за пределами Африки.</p> <p>Эволюция современного человека. Естественный отбор в популяциях человека. Мутационный процесс и полиморфизм. Популяционные волны, дрейф генов, миграция и «эффект основателя» в популяциях современного человека.</p> <p>Человеческие расы. Понятие о расе. Большие расы: европеоидная (евразийская), австрало-негроидная (экваториальная), монголоидная (азиатско-американская). Время и пути расселения человека по планете. Единство человеческих рас. Научная несостоятельность расизма. Приспособленность человека к разным условиям окружающей среды. Влияние географической среды и дрейфа генов на морфологию и физиологию человека</p> |
| 7   | Экосистемы и присущие им закономерности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7.1 | <p>Разделы и задачи экологии. Связь экологии с другими науками.</p> <p>Методы экологии. Полевые наблюдения. Эксперименты в экологии: природные и лабораторные. Моделирование в экологии. Мониторинг окружающей среды: локальный, региональный и глобальный</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.2 | <p>Экологические факторы и закономерности их действия. Классификация экологических факторов: абиотические, биотические, антропогенные. Общие закономерности действия экологических факторов. Правило минимума (К. Шпренгель, Ю. Либих). Толерантность. Эврибионтные и стенобионтные организмы.</p> <p>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.</p> <p>Температура как экологический фактор. Действие температуры на организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Эвритермные и stenотермные организмы.</p> <p>Влажность как экологический фактор. Приспособления растений к поддержанию водного баланса. Классификация растений по отношению к воде. Приспособления животных к изменению водного режима.</p> <p>Среды обитания организмов: водная, наземно-воздушная, почвенная, глубинная, подпочвенная, внутриорганизменная. Физико-химические особенности сред обитания организмов. Приспособления организмов к жизни в разных средах.</p> <p>Биологические ритмы. Внешние и внутренние ритмы. Суточные и годовые ритмы. Приспособленность организмов к сезонным изменениям условий жизни.</p> <p>Жизненные формы организмов. Понятие о жизненной форме. Жизненные формы растений: деревья, кустарники, кустарнички, многолетние травы, однолетние травы. Жизненные формы животных: гидробионты, геобионты, аэробии.</p> <p>Особенности строения и образа жизни.</p> <p>Биотические факторы. Виды биотических взаимодействий: конкуренция, хищничество, симбиоз и его формы. Паразитизм, кооперация, мутуализм, комменсализм (квартиранство, нахлебничество). Нетрофические взаимодействия (топические, форические, фабрические). Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания. Принцип конкурентного исключения</p> |
| 7.3 | <p>Экологические характеристики популяции. Популяция как биологическая система. Роль неоднородности среды, физических барьеров и особенностей биологии видов в формировании пространственной структуры популяций. Основные показатели популяции: численность, плотность, возрастная и половая структура, рождаемость, прирост, темп роста, смертность, миграция.</p> <p>Экологическая структура популяции. Оценка численности популяции. Динамика популяции и её регуляция. Биотический потенциал популяции. Моделирование динамики популяции. Кривые роста численности популяции. Кривые выживания. Регуляция численности популяций: роль факторов, зависящих и не зависящих от плотности. Экологические стратегии видов (r- и K-стратегии).</p> <p>Понятие об экологической нише вида. Местообитание. Многомерная модель экологической ниши Дж.И. Хатчинсона. Размеры экологической ниши. Потенциальная и реализованная ниши.</p> <p>Вид как система популяций. Ареалы видов. Виды и их жизненные стратегии. Закономерности поведения и миграций животных. Биологические инвазии чужеродных видов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7.4 | <p>Сообщества организмов. Биоценоз и его структура. Связи между организмами в биоценозе. Экосистема как открытая система (А.Дж. Тенсли). Функциональные блоки организмов в экосистеме: продуценты, консументы, редуценты. Трофические уровни. Трофические цепи и сети. Абиотические блоки экосистем.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Код | Проверяемый элемент содержания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <p>Почвы и илы в экосистемах. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме. Основные показатели экосистемы. Биомасса и продукция. Экологические пирамиды чисел, биомассы и энергии.</p> <p>Направленные закономерные смены сообществ – сукцессии. Первичные и вторичные сукцессии и их причины. Антропогенные воздействия на сукцессии. Климатическое сообщество. Биоразнообразие и полнота круговорота веществ – основа устойчивости сообществ.</p> <p>Природные экосистемы. Антропогенные экосистемы. Агроэкосистема. Агроценоз. Различия между антропогенными и природными экосистемами.</p> <p>Урбоэкосистемы. Основные компоненты урбоэкосистем. Городская флора и фауна. Синантропизация городской фауны. Биологическое и хозяйственное значение агроэкосистем и урбоэкосистем. Закономерности формирования основных взаимодействий организмов в экосистемах.</p> <p>Перенос энергии и веществ между смежными экосистемами. Устойчивость организмов, популяций и экосистем в условиях естественных и антропогенных воздействий</p> |
| 7.5 | <p>Биосфера – общепланетарная оболочка Земли, где существует или существовала жизнь. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Области биосферы и её состав. Живое вещество биосферы и его функции.</p> <p>Закономерности существования биосферы. Особенности биосферы как глобальной экосистемы. Динамическое равновесие в биосфере. Круговороты веществ и биогеохимические циклы (углерода, азота). Ритмичность явлений в биосфере.</p> <p>Зональность биосферы. Понятие о биоме. Основные биомы суши: тундра, хвойные леса, смешанные и широколиственные леса, степи, саванны, пустыни, тропические леса, высокогорья. Климат, растительный и животный мир биомов суши.</p> <p>Структура и функция живых систем, оценка их ресурсного потенциала и биосферных функций</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7.6 | <p>Экологические кризисы и их причины. Воздействие человека на биосферу. Загрязнение воздушной среды. Охрана воздуха. Загрязнение водной среды. Охрана водных ресурсов. Разрушение почвы. Охрана почвенных ресурсов. Изменение климата.</p> <p>Антропогенное воздействие на растительный и животный мир. Охрана растительного и животного мира. Основные принципы охраны природы. Красные книги. Особо охраняемые природные территории (ООПТ). Ботанические сады и зоологические парки.</p> <p>Основные принципы устойчивого развития человечества и природы. Рациональное природопользование и сохранение биологического разнообразия Земли</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |