

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

Можгинского района

«Нынекская средняя общеобразовательная школа»

 УТВЕРЖДАЮ

Директор школы

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Созонов

Приказ № \_\_\_\_\_ от  \_\_\_\_\_\_\_\_\_

ПРИНЯТО

Педагогическим советом

Протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа**

**социально-гуманитарной направленности**

**«Биохакинг»**

Возраст обучающихся: 15-16 лет

Срок реализации: 9 месяцев

Составитель: Знакова Ксения Вячеславовна

Педагог дополнительного образования

Нынек, 2023

**Раздел 1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**

* 1. **Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Биохакинг» разработана в соответствии с требованиями нормативных документов и на основании Положения о дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе (утверждено приказом директора МБОУ «Нынекская СОШ» от 29 мая 2023 года № 68/1-од).

**Направленность программы** – естественнонаучная.

**Уровень программы** – базовый.

**Актуальность**. Сегодня биотехнология – это интегральная наука, определяющая научно-технологический прогресс. Люди с древнейших времен выступали в роли биотехнологов: пекли хлеб, варили пиво, получали молочнокислые продукты, вино. При этом они использовали различные микроорганизмы, даже не подозревая об их существовании.

Поскольку в широком смысле, хакер — это эксперт и энтузиаст в любой технической или научной области, высоко ценящий нестандартное мышление и способность изящно решать сложные и нетипичные задачи. Изучая биологические объекты и процессы опытным путем, овладевая навыками работы в лаборатории с высокотехнологичными приборами и материалами, обучающиеся лучше осознают возможность получения профессии в области биотехнологии, медицины, сельского хозяйства и в целом научной деятельности.

**Отличительная особенность.** Данная программа позволяет учащимся, целенаправленно готовящимся к поступлению в вузы по биологическим и медицинским специальностям, убедиться в правильности выбора будущей профессии.

**Новизна программы** в том, что используется высокотехнологичное лабораторное оборудование, на котором обучающиеся получают первые навыки работы в биотехнологической лаборатории.

**Педагогическая целесообразность**. Программа «Биохакинг» способствует формированию естественнонаучной грамотности, включает теоретическую и практическую подготовку по изучению различных разделов биотехнологии. Содержание программы учитывает возрастные особенности обучающихся и способствует их профессиональному самоопределению в дальнейшем.

**Адресат программы.** Программа реализуется для обучающихся 15-16 лет.Количество обучающихся в группе – 8-10 человек.

**Практическая значимость для целевой группы.** Даннаяпрограмма поможет углубить знания и умения обучающихся по биологии и экологии, определиться с дальнейшим выбором профессии. В процессе изучения программы предусмотрена проектная деятельность учащихся, работа с дополнительной литературой, ресурсами Интернет, что способствует их саморазвитию, самообразованию и формированию ключевых компетенций

**Объем и срок освоения программы.** Программарассчитана на 9 месяцев обучения - 36 часов.

**Особенности организации образовательного процесса -** группа может быть одно- или разновозрастной. Состав группы - постоянный.

**Форма обучения –** очная.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу, всего 36 часов.

**Виды и периодичность контроля** - предусмотрены стартовый, текущий и итоговый контроль, промежуточная аттестация в виде выполнения лабораторной работы.

# 1.2. Цель и задачи программы

**Цель программы:** теоретическое и практическое ознакомление обучающихся с фундаментальными понятиями биотехнологии.

**Задачи:**

1. познакомить учащихся с основными направлениями и методами

биотехнологии, её значением в жизни человека;

1. обучить способам работы над исследованиями в области биотехнологии;
2. развивать умение работать с различными источниками информации, лабораторным оборудованием;
3. раскрыть социальные и этические аспекты развития биотехнологии, способствовать формированию собственного мнения о фактах биотехнологического внедрения в повседневную жизнь.
	1. **Содержание программы.**

**Учебный план**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название раздела | Количество | часов | Форма |
| п/п |  |  |  |  | аттестации/контроля |
|  |  | Всего | Теория | Практика |  |
| 1 | Введение. | 1 | 1 |  | Эссе |
| 2 | Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов | 4 | 2 | 2 |  |
| 3 | Культивирование биологических объектов | 7 | 2 | 5 |  |
| 4 | Биотехнология клеток растений | 6 | 2 | 4 |  |
| 5 | Молекулярная биотехнология | 4 | 3 | 1 |  |
| 6 | Биомедицинские технологии | 6 | 3 | 3 |  |
| 7 | Биотехнологии и проблемы экологии | 7 | 3 | 4 |  |
| 8 | Итоговое занятие | 1 |  | 1 |  |
|  | **Итого** | **36** | **16** | **20** |  |

**Содержание программы**

# 1. Введение

*Теория:* Биотехнология - новая комплексная отрасль. Цели и задачи биотехнологии, современные методы, основные направления и перспективы развития биотехнологии, возможности ее применения в фармакологии и медицине, в охране природы и в хозяйственных целях. Связи биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками. Практические задачи биотехнологии и важнейшие этапы ее развития. Области применения достижений биотехнологии. Перспективы развития биотехнологии. Новые направления биотехнологии. Выбор, распространение и применение биотехнологии. Предотвращение риска. Международное сотрудничество.

# 2. Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов

*Теория:* Объекты биотехнологии. Микроорганизмы (бактерии и высшие протисты) – основные объекты биотехнологии. Преимущества микроорганизмов перед другими объектами в решении современных биотехнологических задач. Принципы подбора биотехнологических объектов: модельные и базовые микроорганизмы, штаммы микроорганизмов, используемые в биотехнологии. Выделение и селекция микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ. Принципиальные подходы к улучшению штаммов промышленных микроорганизмов. Промышленные ферменты, продуцируемые микроорганизмами. Растения как источник биологически активных веществ. Использование животных и культур животных клеток для продукции биологически активных веществ.

*Практика:*

1. Устройство микроскопа.
2. Микроскопическое изучение бактерий, грибов (дрожжи, плесень)

# 3. Культивирование биологических объектов

*Теория:* Субстраты для культивирования биообъектов. Характеристика важнейших групп питательных субстратов, используемых в биотехнологии. Составление рецептур питательных сред. Среды для выращивания клеток растений, животных, микроорганизмов. Обеззараживание питательных сред. Рост и развитие клеток. Кинетика клеточного роста. Влияние условий среды на рост клеток. Регуляция скорости роста клеток. Системы ферментации. Принципы действия и конструкции ферментеров. Системы подготовки и очистки воздуха, теплообмена, перемешивания и аэрации, пеногашения, стерилизации, контроля и управления. Биотехнологические процессы периодического и непрерывного действия. Сравнительная оценка процессов периодического и непрерывного действия. Специализированные типы биотехнологических процессов. Основные методы обеспечения асептических условий. Общие принципы и проблемы масштабирования в биотехнологии.

*Практика:*

1. Культивирование и техника посева микроорганизмов.
2. Изучение зависимости роста и размножения дрожжей от наличия питательных веществ в среде.
3. Рост микробных клеток на жидких средах, на косом агаре, при посеве уколом.

# 4. Биотехнология клеток растений

*Теория:* Культура клеток высших растений. Каллусогенез как основа создания клеточных культур. Суспензионные культуры и условия их культивирования. Клеточные технологии в создании генетического разнообразия и ценных для селекции исходных форм. Стабильность и вариабельность генома растительных клеток in vitro. Сохранение in vitro генофонда в коллекционных центрах. Биотехнологии на основе изолированных протопластов. Методы слияния, культивирования протопластов. Регенерация клеток, клеточных культур и растений из протопластов. Клональное микроразмножение и оздоровление растений.

Агротехническое применение клеточных культур растений.

*Практика:* Введение образцов в культуру *in vitro*

1. Состав питательных сред и их приготовление. Подготовка и стерилизация инструментов
2. Подготовка растительного материала, стерилизация эксплантов
3. Микроразмножение и укоренение растений в культуре in vitro

# 5. Молекулярная биотехнология

*Теория:* Технология рекомбинантных ДНК. Конструирование продуцентов первичных метаболитов. Применение технологиии рекомбинантных ДНК в медицинской диагностике. Использование генной инженерии для получения новых веществ. Получение интерферона, гормона роста. Генно-инженерные противовирусные вакцины. Создание методами генной инженерии гербицидоустойчивых, морозо и засухоустойчивых растений. Получение трансгенных животных с ускоренным ростом. Трансгеноз генов, обеспечивающих ускоренный рост животных. Перспективы использования достижений молекулярной биотехнологии.

*Практика:*

1. Выделение нуклеиновых кислот эукариот классическими методами.
2. Определение концентрации нуклеиновых кислот в мышечной ткани (мясе) методом спектрометрии.
3. Экскурсия в Удмуртский Государственный университет в «Дом научных коллаборации»

# 6. Биомедицинские технологии

*Теория:* Определение понятия «биомедицинские технологии». Решение кардинальных проблем медицины на основе достижений биотехнологии. Международный проект «Геном человека» и его цели. Этические проблемы. Антисмысловые нуклеиновые кислоты, пептидные факторы роста тканей и другие биологические продукты новых поколений - молекулярные механизмы их биологической активности и перспективы практического применения. Коррекция наследственных болезней на уровне генотипа (генотерапия) и фенотипа. Биопротезирование. Репродукция тканей. Трансплантация тканей и органов. Поддержание гомеостаза. Гемосорбция. Диализ. Оксигенация. Перспективы использования гормонов, продуцируемых вне эндокринной системы. Состояние и направления развития биотехнологии лекарственных форм – традиционных и инновационных.

*Практика:*

1. Фракционирование клеточного экстракта методом дифференциального центрифугирования.
2. Анализ буккального эпителия на наличие микроядер

# 7. Биотехнология и проблемы экологии

*Теория:* Преимущества биотехнологии в экологическом аспекте перед традиционными технологиями. Охрана окружающей среды и пути

совершенствования биотехнологических процессов. Малоотходные технологии. Отходы биотехнологических производств и пути их утилизации. Очистка жидких отходов. Биологический способ. Аэтотенки. Активный ил. Штаммы-деструкторы. Уничтожение или переработка твердых отходов. Стерилизация биомассы. Биологические, физико-химические и термические методы обезвреживания мицелиальных отходов. Использование стерилизованной биомассы как подкормки для сельскохозяйственных животных. Использование биомассы при производстве строительных материалов и пеногасителей. Методы уничтожения газообразных отходов. Биологические, физико-химические и термические методы рекуперации и обезвреживания выбросов в атмосферу.

*Практика:*

1. Анализ почвы
2. Анализ воды
3. Анализ воздуха

# 9. Итоговое занятие

Контроль результатов реализации программы осуществляется в виде защиты работ исследовательского характера.

1.4. Планируемые результаты.

По окончанию обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе учащиеся приобретут:

**Предметные результаты:**

1. знание общих принципов осуществления биотехнологических процессов;
2. понимание сферы применения биотехнологии (сельское хозяйство, медицина, пищевая промышленность, энергетика и т.п.);
3. умение соотносить биотехнологию и биоэтику;
4. умение работать с различными приборами и источниками информации.

**Метапредметные результаты:**

* 1. овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности, включая умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
	2. умение работать с разными источниками биологической информации: находить биологическую информацию в различных источниках (тексте учебника, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках), анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую;

**Личностные результаты:**

* 1. развитие критического мышления
	2. развитие творческой инициативы, самостоятельности.

**Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий**

2.1. Календарный учебный график

Сроки

реализации

программы

I

полугодие

II

полугодие

Всего

учебных

недель

Начало

учебного

года

 недель

16

 недель

20

Окончание

учебного

года

9

 месяцев

сентябрь

У, ТК, А

У,

ТК

ИК

май

36

**Условные обозначения:**

У – учебные занятия по расписанию

А – промежуточная аттестация

ТК - текущий контроль

ИК – итоговый контроль

**2.2. Условия реализации программы**

***Материально – техническое обеспечение:***

**Цифровые образовательные ресурсы и оборудование:** Цифровая лаборатория «Точка Роста» на базе МБОУ «Нынекская СОШ».

Помещение группы, наглядные пособия кабинета биологии, оборудование по каждому модулю программы.

***Информационное обеспечение:*** презентации, фото изображения, как наглядное пособие, видео для изучения разделов программы.

***Кадровое обеспечение.*** Педагог дополнительного образования с соответствующей квалификацией, обладающий знаниями предметов естественно-научного цикла.

Образовательный процесс осуществляется через учебное занятие продолжительностью 1 академических часа. Включает в себя изучение нового материала, практические задания под руководством педагога по закреплению определённых навыков, контроль знаний и умений.

**2.3. Формы аттестации и оценочные материалы Формы аттестации**

1. Стартовый контроль:написание эссе на тему «Буду заниматься биохакингом…».

Критерии оценки эссе:

1. Работа выполнена, но не раскрыла полноту темы (3 балл)
2. Работы выполнена хорошо, но есть маленькие недочеты (4 балл)
3. Работа выполнена отлично. (5 балл) Уровни оценивания:

От 4 до 5 баллов – высокий уровень освоения программы

От 2 до 4 баллов – средний уровень освоения программы

До 2 баллов – низкий уровень освоения программы

2. Промежуточная аттестация проводится как оценка результатов обучения за полугодие в виде выполнения лабораторной работы, проверяет на сколько учащиеся поняли изученные темы (Приложение 1).

Отчет по лабораторной работе представляет:

1. Название, цель, задали лабораторной работы
2. Ход лабораторной работы
3. Математическая обработка
4. Оформление результатов
5. Ответы на вопросы по данной лабораторной работе

Критерии оценки отчетов по полученным результатам:

1. Работа выполнена неправильно (0 балл)
2. Работа выполнена, но с грубыми ошибками, результаты неприемлемые (2 балл)
3. Работа выполнена, с незначительными ошибками, хотя результаты приемлемы (3 балл)
4. Работы выполнена хорошо, результаты приемлемые. (4 балл) 5. Работа выполнена отлично, результаты приемлемые. (5 балл) Уровни оценивания:

От 4 до 5 баллов – высокий уровень освоения программы

От 2 до 4 баллов – средний уровень освоения программы

До 2 баллов – низкий уровень освоения программы.

1. Итоговая аттестация - контроль результатов реализации программы осуществляется в виде защиты исследовательской работы.

Усвоение программы будет определяться посредством устных опросов, результатов решения олимпиадных ситуационных задач. Для осуществления диагностики в области метапредметных и личностных результатов используются метод педагогического наблюдения, метод анкетирования и анализ продуктов деятельности (Таблица 1).

1. Текущий контроль на основе устного опроса, заполнения таблиц, подписей к рисункам.

Таблица 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатель**  | **Результаты**  | **Формы и методы диагностики, используемые методики**  |
| Умение организовывать свою работу | Метапредметные  | Педагогическое наблюдение Анализ продуктов деятельности |
| Умение сравнивать и обобщать  | Метапредметные  | Педагогическое наблюдение Анализ продуктов деятельности |
| Развитие навыков сотрудничества со взрослыми и сверстниками | Личностные  | Педагогическое наблюдение |
| Освоение начальных форм личностной рефлексии и умения критически оценивать продукты своей деятельности | Личностные  | Педагогическое наблюдение Анализ продуктов деятельности  |

2.4. Оценочные материалы.

# Рекомендуемые темы исследовательских работ

1. Биоремедиация с помощью микробов
2. Исследование стволовых клеток
3. Клонирование
4. Культура тканей
5. Экологическая биотехнология

# Критерии и показатели,

**используемые при оценивании исследовательской работы**

|  |  |
| --- | --- |
| **Критерии**  | **Показатели**  |
| 1.Новизна материала Макс. - 5 баллов  | * актуальность проблемы и темы;
* новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;
* наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
 |
| 2. Степень раскрытия сущности проблемы Макс. - 5 баллов  | * соответствие плана теме исследования;
* соответствие содержания теме и плану исследования; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;
* обоснованность способов и методов работы с материалом;
* умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;
* умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
 |
| 3. Обоснованность выбора источников Макс. - 5 баллов  | * круг, полнота использования литературных источников по проблеме;
* привлечение новейших работ по проблеме

(журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).  |
| 4. Соблюдение требований к оформлению Макс. - 5 баллов  | * правильное оформление ссылок на используемую литературу;
* грамотность и культура изложения;
* владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;
* соблюдение требований к объему;
* культура оформления: выделение абзацев.
 |
| 5. Грамотность Макс. - 5 баллов  | * отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;
* литературный стиль.
 |

**2.5. Методические материалы**

Отличительной особенностью данной программы является ориентация на компетентностный подход, позволяющий обучающимся развивать и наращивать предметные и метапредметные компетенции.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/ п  | Раздел или тема Программы  | Формы занятий  | Приемы и методы организац ии образоват ельного процесса  | Дидактическ ий материал  | Техническое оснащение занятий  | Формы аттестации и контроля  |
| 1  | Введение  | Групповая  | Лекция, беседа  | Вводный инструктаж по технике безопасности Слайд-шоу «Введение в биотехнологи ю»  | Интерактивная доска  | Эссе  |
| 2  | Биологическ ие объекты и продукты биотехнолог ических процессов  | Групповая парная, парная индивидуа льная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Дидактическ ие материалы «Этапы исследовател ьской работы» Раздаточный материал «Лабораторное оборудование », Слайд-шоу «Биологичес кие объекты и продукты биотехнолог ических процессов»  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, набор химических реактивов и красителей микроскоп лабораторный  |   |
| 3  | Культивиров ание биологическ их объектов  | Групповая парная, индивидуа льная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Слайд-шоу «Культивир ование биологическ их объектов», Ситуационные задачи «Методы  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, микроскоп лабораторный, набор  |   |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | исследования в биотехнологии» (  | химических реактивов и красителей, центрифуга  |  |
| 4  | Биотехнолог ия клеток растений  | Групповая парная, индивидуа льная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Слайд-шоу «Биотехноло гия клеток растений», Раздаточный материал по методике клонировани я клеток растений  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, микроскоп лабораторный, набор химических реактивов и красителей, центрифуга  | Лабораторн ая работа  |
| 5  | Молекулярная биотехнолог ия  | Групповая парная, индивидуальная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Слайд-шоу «Молекуляр ная биотехнолог ия», Сборник ситуационн ых задач по биотехнолог ии  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, микроскоп лабораторный  |   |
| 6  | Биомедицин ские технологии  | Групповая парная, индивидуа льная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Слайд-шоу «Биомедици нские технологии» Раздаточный материал по Биомедицин ским технологиям  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, микроскоп лабораторный, набор химических реактивов и красителей, центрифуга  |   |
| 7  | Биотехнолог ии и проблемы экологии  | Групповая парная, индивидуа льная  | Лекция, беседа, практичес кое занятие  | Слайд-шоу «Биотехноло гии и проблемы экологии», раздаточный материал с методиками  | Интерактивная доска, многофункцио нальный набор химической посуды, микроскоп лабораторный,  |   |
|  |  |  |  | анализа воды, воздуха, почвы  | цифровая лаборатория по экологии, ноутбук  |  |
| 8.  | Итоговое занятие  | Групповая, индивидуа льная  | Практиче ское занятие  | Оценочный лист для исследовате льской работы  | Интерактивная доска  | Защита исследовате льской работы  |

**2.6. Рабочая программа воспитания**

Цель: создание условий для саморазвития и самореализации личности учащихся, их успешной социализации в обществе;

Задачи:

- сохранять и развивать чувство гордости за свою страну, республику, село, школу, семью;

- воспитывать любовь к Родине, ее истории, культуре и традициям;

- формировать чувство уважения к другим народам, их традициям;

- формировать у учащихся осознание нравственной культуры миропонимания;

- формировать у учащихся умение работать в коллективе, сотрудничать с другими детьми;

- развивать творческие способности учащихся;

- формировать интеллектуальную культуру обучающихся, развивать их кругозор и любознательность;

- формировать у обучающихся культуру сохранения и совершенствования собственного здоровья.

Планируемые результаты:

- чувство сопричастности к жизни детского коллектива, осознание себя членом коллектива;

- уважительное отношение к истории страны, осознание себя ее гражданином;

- позитивное отношение к жизни;

- желание участвовать в коллективной творческой деятельности.

Оценка достижения планируемых результатов воспитания проводится педагогическим работником на основе педагогического наблюдения.

**Календарный план воспитательной работы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направления и мероприятия воспитательной работы  | Срок  | Мероприятие  |
| Профориентация | В течение всего периода реализации программы  | Создание образовательной среды для развития профессионального интереса к научной деятельности и исследовательской (проектной) активности школьников  |
| Наставничество | В течение всего периода реализации программы  | Помощь педагога в поиске учащимися темы исследования, пути осуществления проекта; создает план его реализации; оказания консультационной помощи по мере необходимости |
| Работа с одарёнными детьми | В течение всего периода реализации программы  | Развитие и поддержка одаренности обучающихся и обеспечение участия в олимпиадах и конкурсах  |
| Проектная деятельность  | В течение всего периода реализации программы  | Использование в образовательном процессе элементов исследовательской и проектной деятельности. Выбор тем для индивидуальной исследовательской работы  |
| Конкурсные мероприятия для детей и молодежи, проявивших выдающиеся способности в области науки, спорта и искусства | В течение всего периода реализации программы  | Ознакомление с Перечнем олимпиад Министерства просвещения РФ  |

2.7. Список литературы

**Для учащихся:**

1. Основы биотехнологии: 10-11 классы: учебное пособие// Библиотека элективных курсов/ Е.А.Никишова – М.: Вентана-Граф, 2009
2. Шапиро Я.С. Микробиология: 10-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я.С.Шапиро. – М.: Вентана-Граф,

2008. – 272 с.- ил. (Библиотека элективных курсов).

**Для педагога:**

1.Воробьев А.А., Кривошеин Ю.С., Широбоков В.П. Медицинская и санитарная микробиология: учебник для студентов вузов. – М.: Академия, 2003.

2.Микробиология: 10 – 11 классы: методическое пособие. - М.: Вентана – Граф, 2012. – 64 с. – (Библиотека элективных курсов).

3.Основы биотехнологии: 10-11 классы: учебное пособие/Библиотека элективных курсов/ Е.А.Никишова – М.: Вентана-Граф, 2009

4.Шапиро Я.С. Микробиология: 10-11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений / Я.С.Шапиро. – М.: Вентана-Граф,

2008. – 272 с.- ил. (Библиотека элективных курсов).

**Интернет-ресурсы:**

1. www.it-n.ru,
2. www.zavuch.info,
3. www.1september.ru,
4. http://school-collection.edu.ru
5. http://collegemicrob.narod.ru/microbilogy/ (микробиология)
6. myshared.ru (презентации по микробиологии)
7. ru.mobile.wikipedia.org (словарь терминов)
8. youtube.com (фильмы о достижениях биотехнологии)
9. [http://www.biotechnolog.ru](http://www.biotechnolog.ru/)
10. [Биохакеры: молекулярная биология в стиле «сделай сам» (biomolecula.ru)](https://biomolecula.ru/articles/biokhakery-molekuliarnaia-biologiia-v-stile-sdelai-sam)