

Министерство образования и науки Мурманской области
Государственное автономное негосударственное образовательное учреждение
Мурманской области
«Центр образования «Лапландия»

ПРИНЯТА
методическим советом
Протокол
от 06.05.2026 № 24
Председатель [подпись] / О.А. Бережняя

УТВЕРЖДЕНА
Приказом ГАОУ МО

«ЦО «Лапландия»

от 06.05 2026г. № 536
Директор [подпись] С.В. Кулаков



БИОКВАНТУМ
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«Практическая молекулярная биология»

Срок реализации программы: **3 месяца**
Возраст учащихся: **14-17 лет**

Автор-составитель:
Икко Наталья Викторовна,
к.б.н., зав. сектором

Мурманск
2026

Направленность (профиль) программы: естественнонаучная.

Уровень программы – базовый.

1. Пояснительная записка

1.1. Область применения программы

Программа знакомит учащихся с современными лабораторными методами молекулярной биологии, используемыми при работе как с нуклеиновыми кислотами, так и с белками. Обучающиеся получают практические навыки выделения ДНК и белков из биологических образцов, рестрикционного анализа ДНК, электрофореза в агарозном и полиакриламидном гелях, а также количественного определения белка. Программа ориентирована на профессиональную ориентацию в области молекулярной биологии, биотехнологии и биохимии.

1.2. Нормативно-правовая база разработки и реализации программы

Программа разработана в соответствии с

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р. «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу Распоряжения Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р».
- постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
- с Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р.

1.3. Актуальность, педагогическая целесообразность программы

Актуальность: Молекулярно-биологические методы широко применяются в диагностике, криминалистике, биотехнологии. Молекулярная биология включает не только работу с нуклеиновыми кислотами, но и изучение белков — основных исполнителей клеточных функций. Навыки выделения ДНК и белков из биологического материала, их разделения по размеру и количественного анализа востребованы в биотехнологических и клинических лабораториях. Программа даёт учащимся возможность освоить эти методы на практике в лаборатории детского технопарка.

Педагогическая целесообразность обусловлена форматом лабораторного практикума: каждый метод осваивается через выполнение эксперимента. Это позволяет сформировать устойчивые практические навыки работы с пипетками, центрифугами, электрофорезными камерами, спектрофотометрами.

Отличительные особенности:

- Программа построена по модульному принципу и включает два независимых 12-часовых модуля — «ДНК» и «Белки». Каждый модуль может изучаться отдельно.
- Сочетание практических лабораторных исследований с компьютерной обработкой данных (биоинформатикой и филогенетическим анализом).

1.4. Цель программы: создание условий для освоения учащимися базовых методов молекулярно-биологического анализа.

1.5. Задачи

Обучающие:

Модуль 1. «ДНК»

- Создать условия для освоения методов выделения нуклеиновых кислот из растительных и животных клеток.
- Создать условия для формирования навыков рестрикционного анализа ДНК и интерпретации результатов гель-электрофореза.
- Создать условия для развития базовых практических навыков безопасной работы в молекулярно-биологической лаборатории.
- Создать условия для формирования навыков первичного биоинформатического анализа.
- Создать условия для развития базовых практических навыков работы в биологической лаборатории.
- Сформировать навыки безопасной работы в молекулярно-биологической лаборатории.

Модуль 2. «Белки»

- Создать условия для освоения методов выделения суммарного белка из биологических образцов.
- Создать условия для понимания принципов количественного определения белка и построения калибровочных зависимостей.
- Создать условия для овладения техникой электрофоретического разделения белков в полиакриламидном геле.
- Создать условия для формирования навыков первичного биоинформатического анализа.
- Создать условия для развития базовых практических навыков работы в биологической лаборатории.
- Сформировать навыки безопасной работы в молекулярно-биологической лаборатории.

Развивающие:

- Создать условия для развития умения планировать эксперимент, соблюдать протокол эксперимента и контролировать его результаты.
- Создать условия для развития навыков анализа результатов эксперимента.
- Создать условия для развития навыков работы в малых группах при выполнении лабораторных работ.

Воспитательные:

- Способствовать воспитанию ответственного отношения к соблюдению правил техники безопасности и лабораторной этики.
- Способствовать развитию мотивации к выбору естественнонаучных и биотехнологических специальностей.
- Способствовать развитию интереса к экспериментальной биологии.

1.6. Адресат программы

Программа ориентирована на учащихся 14–17 лет, интересующихся биологией и химией и имеющих базовые знания по биологии в объёме 9–11 класса (строение клетки, ДНК, белки). Минимальное количество в группе – 8, максимальное – 12 человек.

1.7. Форма реализации программы: очная.

1.8. Срок освоения программы: 3 месяца, объем программы – 24 часа.

1.9. Форма организации занятий: групповая, парная.

1.10. Режим занятий: один раз в неделю по 2 часа.

1.11. Виды учебных занятий и работ: лекции, лабораторные работы.

1.12. Ожидаемые результаты

Личностные:

Обучающийся будет демонстрировать в деятельности:

- повышенный познавательный интерес к молекулярной биологии и биотехнологиям;
- осознание важности и этических аспектов научного исследования;
- ответственность, дисциплину и аккуратность при работе с дорогостоящим оборудованием и реагентами.

Метапредметные:

Обучающийся будет демонстрировать в деятельности:

- умение следовать письменному протоколу эксперимента;
- навыки анализа и визуализации экспериментальных данных;
- умение эффективно искать и критически оценивать информацию в научных базах данных;
- умение работать в малых группах.

Предметные:

Обучающийся научится:

Модуль 1. «ДНК»

- выделять ДНК из биологических образцов;
- проводить рестрикцию ДНК;
- определять концентрацию нуклеиновых кислот спектрофотометрически;
- выполнять электрофорез в агарозном геле;
- анализировать электрофореграммы, строить рестрикционные карты
- работать с программой UGENE и простыми биоинформатическими инструментами;
- соблюдать правила техники безопасности при работе в химико-биологической лаборатории.

Модуль 2. «Белки»

- выделять белок из молока или яичного белка;
- определять концентрацию белка методом Брэдфорда;
- выполнять электрофорез белков в полиакриламидном геле;
- анализировать белковые электрофореграммы, сравнивать с маркером;
- строить простые филогенетические деревья по белковым последовательностям.

1.13. Формы контроля

Промежуточный: заполнение протоколов лабораторных работ, устные опросы, проверка электрофореграмм.

Итоговая диагностика: выполнение комплексного лабораторного задания с защитой результатов в форме мини-конференции.

2. Учебный план

2.1. Количество часов по каждой теме с разбивкой на теоретические и практические.

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
Модуль 1. ДНК					
1.1	Введение. Инструктаж по технике безопасности.	1	1	0	Устный опрос
1.2	Методы экстракции ДНК из биологических образцов. Анализ экстрактов ДНК	3	1	2	Протокол выделения ДНК

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.3	Электрофорез ДНК в агарозном геле	2	1	1	фото геля, анализ электрофореграммы
1.4	Рестрикционный анализ ДНК и биоинформатика	5	1	4	Протокол рестрикции, рестрикционная карта
1.5	Подведение итогов	1	0	1	Отчет
Модуль 2. Белки					
2.1	Введение. Инструктаж по технике безопасности.	1	1	0	Устный опрос
2.2	Выделение белка. Определение концентрации белка	3	1	2	Протокол выделения, калибровочный график, расчет
2.3	Электрофорез белков в полиакриламидном геле	4	1	3	Фотография геля, анализ
2.4	Филогенетический анализ белковых последовательностей	3	1	2	Филогенетическое дерево
2.5	Подведение итогов	1	0	1	Отчет
Итого		24	6	18	

3. Содержание учебного плана

Модуль 1. ДНК

1.1. Введение. Инструктаж по технике безопасности (1 ч)

Современные методы анализа нуклеиновых кислот: выделение ДНК, рестрикционное картирование, гель-электрофорез и биоинформатический поиск сайтов рестрикции. Применение в геномной инженерии, диагностике и ДНК-идентификации.

1.2. Методы экстракции ДНК из биологических образцов. Анализ экстрактов ДНК (3 ч)

Теория (1 ч)

Структура ДНК. Особенности организации генома про- и эукариот. Принципы и методы выделения ДНК. Анализ качества и количества ДНК в экстракте.

Практика (2 ч)

Выделение плазмидной ДНК из предоставленного материала (бактериальная культура). Оценка количества и качества выделенной ДНК на спектрофотометре.

1.3. Электрофорез ДНК в агарозном геле (2 ч)

Теория (1 ч)

Основы электрофореза в агарозном геле: принцип, подготовка геля, внесение образцов, визуализация (красители).

Практика (1 ч)

Приготовление агарозного геля.

1.4. Рестрикционный анализ ДНК и биоинформатика (5 ч)

Теория (1 ч)

Ферменты рестрикции, сайты узнавания, рестрикционные карты. Знакомство с программой UGENE.

Практика (4 ч)

Рестрикционное расщепление ДНК фага λ рестриктазой EcoRI. Параллельно - работа в UGENE: загрузка последовательности ДНК, поиск сайтов рестрикции, построение виртуальной рестрикционной карты. Электрофорез продуктов рестрикции, анализ результатов. Сравнение результатов с теоретической картой. Заполнение протокола.

1.5. Подведение итогов (1 ч)**Практика (1 ч)**

Защита отчетов.

Модуль 2. Белки**2.1. Введение. Инструктаж по технике безопасности (1 ч)****Теория (1 ч)**

Методология исследования белков в молекулярной биологии: экстракция, денатурация, электрофоретическое разделение по молекулярной массе и последующий биоинформатический анализ последовательностей. Практическая значимость – от лабораторной диагностики до протеомных исследований.

2.2. Выделение белка. Определение концентрации белка (3 ч)**Теория (1 ч)**

Структура белков. Методы выделения белка из образцов биологического материала (осаждение, солюбилизация). Определение концентрации белка методом Брэдфорда: принцип метода, приготовление калибровочной кривой.

Практика (2 ч)

Выделение казеина из молока (или белка из яичного белка). Приготовление стандартов БСА, добавление реактива Брэдфорда, измерение оптической плотности на спектрофотометре, построение калибровочного графика, расчёт концентрации белка в образце.

2.3. Электрофорез белков в полиакриламидном геле (4 ч)**Теория (1 ч)**

Принцип SDS-электрофореза, денатурация белков, окрашивание Кумасси.

Практика (3 ч)

Приготовление полиакриламидного геля. Проведение электрофореза белков, окрашивание. Анализ результатов электрофореза.

2.4. Филогенетический анализ белковых последовательностей (3 ч)**Теория (1 ч)**

Основы филогенетического анализа (понятие гомологии, выравнивание последовательностей).

Практика (2 ч)

Построение простого филогенетического дерева по белковым последовательностям (глобины разных видов) с использованием программы MEGA.

2.5. Подведение итогов (1 ч)**Практика (1 ч)**

Защита отчетов.

3.2. Формы и виды контроля

– - диагностика эффективности образовательного процесса

Формы и виды контроля**Диагностика эффективности образовательного процесса.**

В ходе реализации программы обучающимися осуществляются диагностические срезы по определению уровня усвоения программы:

Входной контроль – тестирование, проверяющее уровень знаний в области генетики и молекулярной биологии.

Итоговая диагностика проводится в конце обучения в виде мини-конференции, на которой происходит защита отчетов.

Результаты контроля фиксируются в диагностической карте.

Входной контроль

Материалы тестирования см. в Приложении 2.

Критерии оценки вводной диагностики:

Низкий уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 60 % и ниже.

Средний уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61–79 %.

Высокий уровень – процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 80 % и выше.

- оценка уровней освоения модулей (критерии оценки уровней освоения модулей)

Уровни	Параметры	Показатели
Высокий уровень (80-100%)	Теоретические знания	Учащиеся глубоко и всесторонне усвоил проблему; уверенно, логично, последовательно и грамотно излагает материал; умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; делает выводы и обобщения; свободно владеет понятиями.
	Практические умения и навыки	Способен применять практические умения и навыки во время выполнения самостоятельных заданий. Работу выполняет с соблюдением правил техники безопасности, аккуратно, доводит ее до конца. Может оценить результаты выполнения своего задания и дать оценку работы своего товарища.
Средний уровень (50-79%)	Теоретические знания	Тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть учащийся освоил проблему, по существу излагает ее, но допускает несущественные ошибки и неточности; слабо аргументирует научные положения; затрудняется в формулировании выводов и обобщений; частично владеет системой понятий.
	Практические умения и навыки	Владеет базовыми навыками и умениями, но не всегда может выполнить самостоятельное задание, затрудняется и просит помощи педагога. В работе допускает небрежность, делает ошибки, но может устранить их после наводящих вопросов или самостоятельно. Оценить результаты своей деятельности может с подсказкой педагога.
Низкий уровень (меньше 50%)	Теоретические знания	Учащийся не усвоил значительной части проблемы, допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; не может аргументировать научные положения; не формулирует выводов и обобщений; не владеет понятийным аппаратом.
	Практические умения и навыки	Владеет минимальными начальными навыками и умениями. Учащийся способен выполнять каждую операцию только с подсказкой педагога или товарищей. В работе допускает грубые ошибки, не может их найти их даже после указания. Не способен самостоятельно оценить результаты своей работы.

- Сводная таблица результатов обучения по дополнительной общеразвивающей программе «Практическая молекулярная биология»

Педагог доп. образования Икко Н.В.
группа № _____

№ п/п	ФИ обучающегося	Оценка теоретических знаний	Оценка практических умений и навыков	Итоговая оценка
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

Показатели освоения дополнительной общеобразовательной программы

Уровни освоения программы (в %):

Низкий _____

Средний _____

Высокий _____

4. Комплекс организационно-педагогических условий

4.1. Календарный учебный график (Приложение 1 – заполняется по факту)

4.2. Ресурсное обеспечение

Материально-техническое обеспечение:

Для проведения лекций, практических работ предусмотрен кабинет, оснащенный компьютерной техникой, не менее 1 ПК на 2 ученика, проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, магнитно-маркерным флип-чартом.

Лабораторные занятия по программе «Практическая молекулярная биология» проводятся в учебной лаборатории, предназначенной для подготовки и проведения молекулярно-биологических исследований. Оборудование и техника работ в учебной лаборатории должны соответствовать требованиям, предъявляемым к производственным и другим лабораториям соответствующего профиля.

Специальное оборудование:

- Камера для горизонтального электрофореза ДНК – 1 шт.
- Камера для вертикального электрофореза белков (SDS-PAGE) – 1 шт.
- Источники питания – 2 шт.
- Спектрофотометр – 1 шт.
- Центрифуги для пробирок 1,5 мл – 1 шт.
- Термостаты (37°C, 95°C) – 2 шт.
- Вortexы – 2 шт.
- Автоматические пипетки (2–20, 20–200, 100–1000 мкл) – по 1 набору на 2 учащихся.
- Пробирки типа erpendorf, штативы, наконечники.
- Микроволновая печь для агарозы.
- Система гель-документирования.

Реактивы:

Для ДНК: агароза, буфер ТАЕ, бромистый этидий, маркеры ДНК (100 bp или 1 kb), реактивы для выделения ДНК (SDS, NaCl, этанол), рестриктаза EcoRI.

Для белков: набор для SDS-PAGE (акриламид, бис-акриламид, SDS, Трис, АПС, ТЕМЕД), буфер для образца, маркер молекулярных масс белков, краситель Кумасси R-250, реактив Брэдфорда, бычий сывороточный альбумин (БСА) для калибровки.

Учебно-методические средства:

Презентации по каждой теме, протоколы лабораторных работ (бланки), инструкции, дидактические карточки с задачами для биоинформатического тренинга.

4.3. Информационно-методическое обеспечение

Формы организации учебных занятий:

- лекция (теоретическое введение);
- лабораторная работа (выполнение экспериментов в малых группах или парах);
- практическое занятие с компьютером (биоинформатический анализ, построение графиков);
- групповая и индивидуальная работа при защите отчетов.

Методы и приёмы работы с учащимися:

- словесные (объяснение, беседа, инструктаж);
- наглядные (демонстрация оборудования, презентации, видеoinструкции, образцы электрофореграмм);
- практические (самостоятельное выполнение лабораторных работ, заполнение протоколов);
- проблемно-поисковые (постановка экспериментальной задачи, интерпретация результатов, работа с базами данных).

Техническое и программное обеспечение:

- компьютеры с выходом в интернет;
- программа UGENE;
- онлайн-сервисы (NCBI BLAST).

5. Программа воспитания

Цель воспитательной работы – создание условий для воспитания гармонично развитой и социально ответственной личности на основе духовно-нравственных ценностей народов Российской Федерации, исторических и национально-культурных традиций.

Задачи:

- воспитание положительных морально-волевых качеств: ответственности, дисциплинированности, честности, трудолюбия, самостоятельности;
- формирование доброжелательного отношения к товарищам, уважительного отношения к результатам своих достижений и достижениям других;
- формирование духовно-нравственных качеств социально активной личности, воспитание трудолюбия, инициативности и настойчивости в преодолении трудностей;
- формирования экологического мышления, а также установки на бережное отношение к природным ресурсам и готовности к активной деятельности по сохранению окружающей среды.

6. Список литературы

Список использованной литературы: (для педагога)

1. Белова Т. Г. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современном образовании // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, 2008. – Выпуск № 76-2. – С. 30 – 35.
2. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
3. Гребенкина Н.А., Андреев Д.А. Генная инженерия. – М.: Фонд новых форм развития образования. – 2018. – 148 с.
4. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
5. Земсков, Ю. П. Основы проектной деятельности : учеб. пособие / Ю. П. Земсков, Е. В. Асмолова. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 184 с.
6. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
7. Основы проектной деятельности: метод. указания / Ом. гос. техн. ун-т; сост.: А. И. Блесман, К. Н. Полещенко, Н. А. Семенюк, А. А. Теп-лоухов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2021. – 37 с.
8. Рязанов И., Андреев Д. Биоквантум тулжит. – М.: Фонд новых форм развития образования. – 2017. – 128 с.
9. Савельева М.Г. Педагогические кейсы: конструирование и использование в процессе обучения и оценки компетенций студентов: Учебно-методическое пособие/Ижевск, УдГУ, 2013.-94с.
10. Юшков А.Н. Учебные проекты на материале естественнонаучных дисциплин. Из методического опыта программы «Школьная Лига РОСНАНО». – СПб.: Школьная лига, 2015. – 106 с.

Список рекомендуемых источников: (для обучающихся и родителей)

1. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / под ред. Н.К. Янковского - М.: Мир, 2002. - 589 с.
2. Джеральд М. Фаллер, Деннис Шилдс . Молекулярная биология клетки – М.: Бином, 2011 – 256 с.
3. Кузнецов И. Н. Научное исследование: методика проведения и оформление. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2004.
4. Леонтович А. В., Калачихина О. д., Обухов А. С. Тренинг «Самостоятельные исследования школьников». — М., 2003.
5. Масахара, Такэмура. Занимательная молекулярная биология. Манга [Текст] / Такэмура Масахара; Сакура; пер. с яп. Клионского А. Б. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 228 с.
6. Методы молекулярной биологии и молекулярная биотехнология. Биология (Молекулярная биология) [Электронный ресурс] / Фоксфорд. Учебник. – URL: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/metody-molekulyarnoy-biologii-i-molekulyarnaya-biotehnologiya>.
7. Микробиология: методическое пособие для 10-11 классов/ А.И. Нетрусов, И.Б. Котова.-М: Бином. Лаборатория знаний, 2013.
8. Микробиология: практикум для 10-11 классов А.И. нетрусов, И.Б. Котова – М.:БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013.
9. Молекулярная биология [Электронный ресурс] / Postnauka.ru - URL: <https://postnauka.ru/themes/molekulyarnaya-biologiya>.
10. Практическая молекулярная генетика для начинающих: 8 – 9-е классы: учебное пособие / под ред. П.М. Бородина и Е.Н. Ворониной – Москва: Просвещение, 2023. – 271 с.
11. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер ; пер. с англ.—2-е изд. (эл.).—Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 855 с.).—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

Электронные ресурсы:

1. Биомолекула (научно-популярный онлайн-проект, посвященный молекулярной биологии, медицине, фармацевтике) – URL: <https://biomolecula.ru/>
2. Научно-популярный проект «Элементы большой науки» - URL: <https://elementy.ru/>
3. Научно-популярное издание N+1 – URL: <https://nplus1.ru/>

Вопросы входной диагностики

Выберите один верный ответ из четырех

1. Любой ген в клетке представляет собой
 - 1) молекулу АТФ, богатую энергией
 - 2) молекулу ДНК в соединении с белками
 - 3) одну нить молекулы ДНК, состоящую из множества нуклеотидов
 - 4) отрезок молекулы ДНК, контролирующей синтез одной полипептидной цепи

2. Реакции окисления органических веществ в клетке, сопровождаемые синтезом молекул АТФ за счет освобождаемой энергии, называют
 - 1) энергетическим обменом
 - 2) пластическим обменом
 - 3) фотосинтезом
 - 4) хемосинтезом

3. Рибосомная РНК синтезируется в основном в
 - 1) ядрышке
 - 2) рибосомах
 - 3) митохондриях
 - 4) лизосомах

4. Синтез какого вещества происходит в ядре?
 - 1) белка
 - 2) глюкозы
 - 3) иРНК
 - 4) липида

5. Для всех живых существ на Земле генетический код един, поэтому его считают
 - 1) триплетным
 - 2) однозначным
 - 3) прерывающимся
 - 4) универсальным

6. Антикодону УГЦ на транспортной РНК соответствует триплет на ДНК
 - 1) ТГЦ
 - 2) АГЦ
 - 3) ТЦГ
 - 4) АЦГ

7. Строго фиксированное начало считывания наследственной информации имеет

- 1) ген в цепи ДНК
- 2) ген в цепи рРНК
- 3) молекула тРНК
- 4) молекула белка

8. В конце каждого гена находится триплет, который не кодирует ни одной аминокислоты и обозначает прекращение синтеза

- 1) одной белковой цепи
- 2) нескольких молекул белка
- 3) синтеза ДНК
- 4) синтеза иРНК

9. В процессе дыхания энергия может переходить из

- 1) химической в тепловую
- 2) механической в тепловую
- 3) тепловой в химическую
- 4) тепловой в механическую

10. Какие вещества синтезируются в клетках человека из аминокислот?

- 1) фосфолипиды
- 2) углеводы
- 3) витамины
- 4) белки

11. Информация о порядке расположения аминокислот в молекулах белка, записанная с помощью последовательности нуклеотидов в ДНК, - это

- 1) генетический код
- 2) генофонд
- 3) триплет
- 4) генотип

12. Каждый триплет кодирует всего одну аминокислоту, поэтому код считают

- 1) универсальным
- 2) триплетным
- 3) однозначным
- 4) вырожденным

13. Хранителем наследственности в клетке являются молекулы ДНК, так как в них закодирована информация о

- 1) составе полисахаридов
- 2) структуре молекул липидов
- 3) первичной структуре молекул белка
- 4) строении аминокислот

14. Большую роль в биосинтезе белка играет тРНК, которая

- 1) служит матрицей для синтеза белка

- 2) служит местом для сборки полипептидной цепи
- 3) переносит информацию из ядра к рибосомам
- 4) доставляет аминокислоты к рибосомам

15. В рибосомах животной клетки протекает процесс

- 1) хемосинтеза
- 2) биосинтеза
- 3) фотосинтеза
- 4) гликолиза

16. В молекуле ДНК количество нуклеотидов с гуанином составляет 15% от общего числа. Доля нуклеотидов с тиминем в этой молекуле составит

- 1) 30%
- 2) 35%
- 3) 70%
- 4) 85%

17. Последовательность аминокислот в молекуле белка может не измениться при замене одного нуклеотида на другой в молекуле ДНК, благодаря следующему свойству кода

- 1) вырожденности
- 2) универсальности
- 3) однозначности
- 4) триплетности.

18. Для соединения одной молекулы аминокислоты с тРНК необходима энергия ... молекул АТФ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

19. Определите количество молекул аминокислот в полипептиде, если иРНК содержит 360 нуклеотидов

- 1) 120
- 2) 360
- 3) 720
- 4) 1080

20. В жизненном цикле клетки процессы транскрипции осуществляются в

- 1) интерфазе
- 2) профазе
- 3) метафазе
- 4) телофаза

