



# МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по проведению Всероссийских уроков генетики  
для среднего и старшего школьного возраста (14 – 18 лет)

**«Посмотрите на свою ДНК!»**





## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСЕРОССИЙСКИХ УРОКОВ ГЕНЕТИКИ ДЛЯ  
СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (14 – 18 ЛЕТ)**

**«ПОСМОТРИТЕ НА СВОЮ ДНК!»**

*(РАЗРАБОТАНЫ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ БЮДЖЕТНЫМ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ОТДЫХА И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ДЕТЕЙ»  
СОВМЕСТНО С МИНИСТЕРСТВОМ ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)*

**Методические рекомендации по проведению Всероссийского урока генетики для среднего и старшего школьного возраста (14 – 18 лет) «Посмотрите на свою ДНК!»**

Н.А. Подгузов, М.В. Севастьянова: ФГБОУ ДО «Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей», 2022 — 17с.

Утверждены Педагогическим ФГБОУ ДО «Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей» (протокол от 14.04.2022 г. № 1).

Методические рекомендации разработаны для педагогов, которые будут осуществлять проведение Всероссийского урока генетики **«Посмотрите на свою ДНК!»**.

Они призваны оказать методическую помощь педагогам-практикам в реализации алгоритма проведения урока для детей среднего и старшего возраста (14 – 18 лет).

Проведение данных занятий способствует формированию познавательного интереса к изучению естественнонаучных дисциплин у детей среднего и старшего возраста, расширяет представления о возможностях генетики и генетических технологий.



# ВСЕРОССИЙСКИЕ УРОКИ ГЕНЕТИКИ

***ВАЖНАЯ, А ПО СУТИ СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА –  
ВДОХНОВИТЬ ПОДРАСТАЮЩЕЕ ПОКОЛЕНИЕ  
СТАТЬ ПЕРВОПРОХОДЦАМИ В СФЕРЕ ГЕНЕТИКИ.***

*Поручение Президента Российской Федерации В. В. Путина  
Правительству Российской Федерации от 06 июня 2020 года  
по развитию отечественной генетики*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ УРОКОВ**

Перед педагогическим сообществом поставлена конкретная задача обеспечить массовую подготовку высококвалифицированных кадров в области генетики. Поэтому задача учителей, преподающих естественнонаучные дисциплины в школе, – заинтересовать и увлечь школьников этой стратегически важной для развития общества наукой.

Генетика – это одна из ведущих наук современного естествознания. Она изучает основные фундаментальные свойства живых организмов – наследственность и изменчивость. Генетика является относительно молодой научной дисциплиной, но, несмотря на свой возраст, оказывает огромное влияние на человечество. Сегодня генетика активно внедряется в различные сферы деятельности человека, предлагая новые подходы исследования биологических объектов и процессов. Поэтому так важно не только познакомить школьников с основными понятиями и законами генетики, научить решать задачи на построение схем скрещивания и подготовить к сдаче необходимых экзаменов, но и обязательно вдохновить обучающихся возможностями этой науки, познакомить с основными методами молекулярно-генетических исследований и, самое главное, создать условия для овладения приемами работы молекулярных генетиков. Практическая работа в лаборатории или в школьном кабинете биологии с простым оборудованием и с использованием несложных исследовательских методик может помочь школьникам сделать свой профессиональный выбор в области генетики.

На данном уроке школьникам предлагается самостоятельно выделить собственную ДНК и посредством практической работы познакомиться с молекулярной биологией.

Увидеть – значит поверить. Для учеников, в первый раз слышащих или мало знающих о молекулярной биологии, ДНК – нечто абстрактное и недоступное взгляду. Практическая работа, предложенная в данном уроке, помогает сделать невидимое видимым – убедиться в том, что ДНК вполне реальна и осязаема. И, может быть, это поможет направить наших юных ученых в сторону генетики и приблизить будущие открытия в данной области.

# РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПЕДАГОГА ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВСЕРОССИЙСКИХ УРОКОВ ГЕНЕТИКИ:

Целевая аудитория для проведения Всероссийских уроков генетики – школьники 14–18 лет. Содержание уроков построено с опорой на базовые знания школьников по курсу биологии общеобразовательных учреждений (с элементами актуализации знаний), но с серьезным углублением знаний о современных генетических технологиях, в том числе в области молекулярной биологии, и обсуждением перспектив использования генетики и соответствующих технологий в различных сферах человеческой деятельности. Главное для педагогов – стимулировать развитие познавательного интереса школьника к данной области знаний и натолкнуть на размышления о возможности выбора будущей профессии в данном направлении.

Педагогам предлагается два урока, один из которых посвящён основам молекулярной биологии и молекулярной генетики и используемым в них современным технологиям. Второй урок – это практическое занятие по выделению собственной ДНК человека из слизистой оболочки рта. В старших классах можно совместить эту работу с уроками по строению и функциям ДНК, клеток и ферментов, а в средней школе она может быть замечательным введением в мир науки о ДНК. Педагогам предлагается выбрать для проведения один или два урока из предлагаемых методических рекомендаций.

Уроки рекомендуется провести последовательно, так как на первом занятии учащиеся знакомятся с теоретическими основами молекулярной генетики, а второй является логичным продолжением первого урока и представляет собой лабораторную работу.

Предлагаемые конспекты уроков достаточно объёмны. Педагогу предоставляется возможность варьировать их содержание в зависимости от уровня подготовки обучающихся: добавить или расширить спектр вопросов, связанных с молекулярной биологией и генетикой, или же, наоборот, дать обзорное знакомство с темой первого урока, если учащиеся в курсе основного образования еще не сталкивались с ней. Второй урок по своему содержанию и выполнению доступен учащимся практически любой подготовки, начиная с 8 класса. Конспект урока включает дополнительные задания, которые могут выполняться по ходу урока или же могут быть предложены в качестве домашнего задания. Возможно применение данного пособия на уроках биологии, факультативах, занятиях в дополнительном образовании. Для проверки выполнения заданий к рабочему листу прилагается лист самооценки, который содержит список литературы и информационных источников для самостоятельной работы обучающихся.

# ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПЕДАГОГА

## ПОЧЕМУ ЖЕЛАТЕЛЬНО ПРОВОДИТЬ РАБОТУ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ДНК:

- 1) Выделение ДНК позволяет обучающимся увидеть их собственные гены. Ученики будут в восторге от того, что смогут собственными глазами увидеть вещество, делающее каждого из нас уникальным и неповторимым. Выделенную ДНК можно перенести в стеклянный сосуд и бережно хранить сколь угодно долго.
- 2) Выделение ДНК помогает ученикам понять её свойства. Молекулы ДНК, из которых сделаны наши хромосомы, невероятно длинные и тонкие. Спросите своих учеников, как такие длинные молекулы могут поместиться внутри микроскопических клеток эпителия щеки. Тонкие белые нити, из которых состоит осадок ДНК, – это многие тысячи отдельных молекул, переплетенных друг с другом, как клубок ниток.
- 3) Выделение ДНК – это первый шаг в биотехнологии. С помощью этой работы ученики получают представление о том, как можно выделить ДНК для использования в современных научных экспериментах.

Эта работа может быть выполнена в любое удобное время в течение года, но наиболее полезно связать ее со следующими темами:

- Биомолекулы,
- Строение клетки,
- Митоз и мейоз,
- Генетика,
- ДНК-технология.

*Предполагается, что школьники перед проведением урока уже имеют представление о структуре и функции ДНК.*

Перед началом лабораторных занятий покажите ученикам, если они не пользовались, градуировки на пипетке или объясните, как пользоваться автоматической микропипеткой (если она есть в наличии), пусть попрактикуются. В качестве единицы измерения в течение работы будет применяться как 250 мкл, так и 1 мл.

Для успешного выполнения работы необходимо собрать достаточное количество клеток со внутренней поверхности щеки. Проверьте, чтобы ваши ученики правильно выполнили эту процедуру. Также желательно, чтобы во время проведения работы учащиеся записывали свои действия и полученные результаты, наблюдения в дневник исследований.

## БЕЗОПАСНОСТЬ

В этой работе не требуется никаких специальных мер предосторожности. Тем не менее в помещении, где выполняется работа, нельзя есть, пить, пользоваться косметикой. Рекомендуется использование перчаток и защитных очков. Ученики должны вымыть руки с мылом до и после урока. Если какой-то из растворов попадет кому-либо из учеников в глаза, тщательно промойте их водой.



# УРОК «ПОСМОТРИТЕ НА СВОЮ ДНК!»

## «ВЫДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ДНК ИЗ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ»

**ЦЕЛЬ УРОКА** – создание условий для применения теоретических знаний по основам молекулярной генетики на практике.

### ЗАДАЧИ УРОКА:

1. Систематизировать ранее полученные теоретические знания по свойствам и механизму функционирования нуклеиновых кислот;
2. Познакомить с основами лабораторного молекулярно-генетического практикума;
3. Развивать у школьников самостоятельность при выполнении лабораторных работ;
4. Формировать практические навыки организации исследовательской работы.

### ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ УРОКА:

Урок построен в комбинированной форме, но основным элементом – практикум. В ходе урока предусмотрены просмотр видеоролика, проведение лабораторной работы, выполнение дидактических упражнений и объяснение домашнего задания.

### НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:

проектор и экран, компьютер, ноутбук либо интерактивная доска для демонстрации презентации в Microsoft PowerPoint и видеоматериалов по теме урока; презентация (Приложение 1); фотоаппарат или телефон с фотокамерой, чтобы сделать фотографии для отчета.

### НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

• Буферный раствор для лизиса. 120 мл воды (можно из-под крана), 5 г пищевой соды  $\text{NaHCO}_3$ , 1,5 г поваренной соли  $\text{NaCl}$  и 5 мл моющего средства (например, «Фейри») или мыла. Так мы получаем буферный раствор для расщепления клеточных мембран. Здесь главное правило: полученный раствор должен быть слабощелочным, то есть оптимальное значение pH – 8,5. Подпишите пробирку «Лизис»;

• Протеаза. Протеазу можно заказать в интернет-магазине, но можно обойтись и другим препаратом: таблетка «Мезима» (это лекарство, должно быть в аптеке у каждого). Её нужно тщательно измельчить в небольшом объеме воды (например, 1 мл). Подготовьте данный раствор в необходимом количестве в зависимости от числа учеников. Подпишите пробирку «Прот»;

• Спирт: этанол  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Он должен быть чистым, не ниже 96%, то есть водкой заменять его нельзя. Если у вас нет этанола в кабинете, то можно попросить у школьного врача или можно заказать в одном из интернет-магазинов, где он продается под маркировкой «медицинский антисептический раствор». Вариант – использовать не этиловый спирт, а изопропиловый, только учтите, что он ядовитый. Спирт должен быть охлажденным, его нужно поместить в морозилку за несколько часов до эксперимента;

- Пробирки.
- Пипетки.
- Клетки собственного тела. Например, клетки слизистой рта;
- Термометр;
- Термостат или сосуд с водой нужной температуры +50 °С.

РАБОЧИЕ МЕСТА УЧЕНИКОВ (4 УЧЕНИКА НА МЕСТО)	Число
15 мл пробирки, по 3 мл воды в каждой	4
Пробирка, подписанная «Прот», содержащая 1.25 мл раствора протеазы	1
15 мл пробирка, подписанная «Лизис», содержащая 10 мл буфера для лизиса	1
Одноразовые пластиковые пипетки	6
Фломастер	1
Стакан для слива	1

## СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ:

Приложение 1. Протокол проведения лабораторной работы по выделению ДНК на занятии.

Приложение 2. Протокол проведения лабораторной работы по выделению лабораторной работы по выделению ДНК из фруктов в домашних условиях.

## ПЛАН УРОКА

Продолжительность урока – 45 минут. Урок состоит из 4-х взаимосвязанных блоков. В первой части урока учащиеся под руководством учителя актуализируют знания о молекулярных основах наследственности и основных молекулярно-генетических методах. Обучающиеся знакомятся с видеороликом «Как устроен процесс выделения ДНК в лаборатории», и учитель организует беседу по содержанию ролика.

**Слайд 1 – 6.** Рекомендуемое время – 13 мин.

Основная часть урока. Организация практической работы по выделению ДНК и обсуждение полученных результатов.

**Слайд 7 – 14.** Рекомендуемое время – 25 мин.

Подведение итогов урока. Закрепление полученных знаний и обсуждение домашнего задания.

**Слайд 15 – 17.** Рекомендуемое время – 7 мин.



# ПОДСТРОЧНЫЙ ТЕКСТ УЧИТЕЛЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ СЛАЙДОВ ПРЕЗЕНТАЦИИ

## СЛАЙД 1. ТИТУЛЬНЫЙ

– Здравствуйте! Сегодня мы с вами проведем Всероссийский урок генетики. Большая часть урока будет отведена лабораторной работе. Поэтому от вас требуется большая сосредоточенность, внимательность и соблюдение правил безопасности при проведении лабораторных работ. Кроме подготовленного оборудования, посуды и реактивов, вам понадобятся ручка (карандаш) для ведения лабораторного протокола и записи в дневнике исследований (тетрадь).

## СЛАЙД 2

Мы продолжаем с вами знакомство с молекулярной генетикой и технологиями, которые позволяют работать с такими генетическими объектами, как ДНК. На сегодняшний день вы уже должны знать такие основополагающие понятия, как ген, геном, нуклеиновые кислоты, хромосомы, процессы, непосредственно связанные с функционалом этих молекул: трансляция, репликация, транскрипция. Этот сложный мир молекулярных взаимодействий позволяет существовать самой жизни и ее эволюции.

*На усмотрение учителя можно организовать актуализацию знаний в следующей форме с элементами игры:*

*Представьте, что вы объясняете разницу между хромосомами, генами и ДНК вашему брату или сестре, который(ая) намного младше вас. Постарайтесь объяснить простыми словами, которые они могли бы понять.*

*Ориентировка на возможные ответы:*

*ДНК – это химическое вещество, которое можно найти в любом живом существе и которое передается от родителей к детям. В нем содержится информация, делающая нас самими собой.*

*Хромосомы – это длинные цепи ДНК, упакованные с помощью белков. ДНК организована в хромосомы, чтобы компактно храниться в клетке и легче копироваться при делении клеток.*

*Гены – это участки ДНК, в которых содержится информация о белках, которые в свою очередь выполняют большинство задач в живой клетке.*

Сегодня мы с вами продолжим тему современных исследований и технологий, применяемых в молекулярной генетике. Кстати, о каких технологиях мы говорили на прошлом уроке?

- Полимеразная цепная реакция (ПЦР),
- Электрофорез ДНК,
- Секвенирование ДНК.

Большинство задач, которые надо решить в генетике при различных исследованиях, проведении экспериментов, начинаются с простой, казалось бы, задачи: необходимо выделить тот самый материал, с которым в дальнейшем будут проводиться различные процедуры, – ту самую дезоксирибонуклеиновую кислоту, как часто ее называют, – молекулу жизни. Выделение ДНК – это первый шаг во многих биотехнологических процедурах. Почти любой анализ ДНК подразумевает, что она должна быть выделена из клеток или тканей.

Работают лаборатории по проведению анализов ДНК. Давайте совершим виртуальную экскурсию в такую лабораторию.

# ПРОСМОТР ВИДЕОРОЛИКА «КАК УСТРОЕН ПРОЦЕСС ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК В ЛАБОРАТОРИИ»

## СЛАЙД 3

Организация беседы после просмотра видеоролика.

Для чего же выделяют ДНК?

*На сегодняшний день исследование ДНК, выделенной из объектов биологического происхождения, используется в медицинской практике при диагностике многих заболеваний, в судебно-медицинской и криминалистической экспертизе при идентификации личности, определении биологического родства, а также при научных молекулярно-генетических исследованиях.*

Какой биологический материал стоит взять для молекулярно-генетического анализа?

*Молекулярно-генетический анализ позволяет эффективно исследовать практически любой биологический материал: кровь, слюну, волосы, костную и мышечную ткань и пр.*

Из каких этапов состоит процесс выделения ДНК?

- 1. Лизис (разрушение клеток и клеточных ядер).*
- 2. Очищение образца от белков.*
- 3. Отделение ДНК от примесей.*
- 4. Растворение ДНК в буферном растворе для хранения.*

Назовите методы, которые используют в дальнейшем для изучения полученного образца ДНК.

- 1. ПЦР - метод, позволяющий добиться значительного увеличения малых концентраций определённых фрагментов нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) в биологическом материале (пробе).*
- 2. Секвенирование - определение нуклеотидной последовательности цепи в молекуле.*

## СЛАЙД 4

Способы выделения ДНК (экстракции) бывают разные, и каждый из них имеет свои плюсы и минусы. Сегодня используют следующие методы экстракции при помощи:

- силикатного сорбента (диоксид кремния);
- ионообменной смолы;
- бумажных фильтров;
- магнитных частиц;
- гель-фльтрации;
- органических растворителей;
- микроцентрифужной колонки с сорбентами.

## СЛАЙД 5

Выбор одной из методик зависит от многих факторов и основывается на определённых критериях:

- количество времени, отведённое на анализ;
- поставленная задача;
- ожидаемый результат (необходимая степень очистки, количество полученного образца и др.);
- дальнейшее применение полученной молекулы.

## СЛАЙД 6

В научных лабораториях требуется тщательная подготовка рабочего места и лаборатории в целом. Предварительно оборудование обеззараживают ультрафиолетом, обрабатывают 70% этиловым спиртом. Всю необходимую пластиковую посуду также дезинфицируют. Сотрудники лаборатории обязаны быть в стерильной медицинской одежде, полностью закрывающей тело, а также в шапочках и резиновых перчатках.

Вопрос для обучающихся:

Для чего предпринимаются такие меры?

*Все эти меры прежде всего предпринимаются для того, чтоб не допустить загрязнение образца чужеродными нуклеиновыми кислотами или др. веществами.*

Любая выделенная из клеток ДНК выглядит одинаково, но все равно очень интересно посмотреть на собственную ДНК, осознавая, что это то, что делает вас живым и уникальным. В данной лабораторной работе вы выделите собственную ДНК из эпителиальных клеток, собранных со внутренней поверхности ваших щек. Вы будете использовать простую и быструю процедуру, которую ученые обычно используют для выделения ДНК из различных источников.

## СЛАЙД 7

Если мы хотим действительно выделить и получить чистую ДНК, то необходимо проделать ряд последовательных процедур (этапов), о которых мы говорили немного выше.

Сейчас же мы перейдем к самому механизму выполнения работы более подробно.

Давайте внимательно посмотрим на слайд. Перед нами простейший алгоритм:

1. Собрать биологический материал.
2. Разрушить клетки – лизис.
3. Осадить ДНК.

Для проведения практической части будем следовать лабораторному протоколу, который имеется у вас на рабочих столах (приложение 1).

## СЛАЙД 8

Защечный (буккальный) эпителий выстилает слизистую оболочку всей поверхности рта (кроме нёба) и представляет собой живые клетки верхнего слоя полости рта. Данные клетки очень удобны для исследования.

## ОТБОР БИОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА:

1. Возьмите с вашего стола 15 мл пробирку, содержащую 3 мл воды. Подпишите ее вашими инициалами.
2. Осторожно пожуйте внутренние поверхности ваших щек в течение 30 секунд. НЕ НАДО кусать щеки до крови!
3. Наберите воду из 15-мл пробирки (3 мл) в рот и тщательно полощите его в течение 30 секунд.
4. Аккуратно выплюньте воду обратно в пробирку

## СЛАЙД 9

### Лизис. БУФЕРНЫЙ РАСТВОР.

К воде, содержащей клетки, добавляется буферный раствор для лизиса, содержащий детергент (моющее средство), разрушающий фосфолипидные мембраны клеток и высвобождающий ДНК. Буферный раствор обладает свойством поддерживать слабощелочную среду (pH - 8,5), чтобы ДНК оставалась стабильной.



Таким образом, нити ДНК окажутся свободно плавающими в водном растворе. Однако в этом же растворе будет плавать все содержимое клеток: ДНК, РНК, полисахариды, липиды, сложные полимерные соединения. Кроме того, в водном растворе клеточные ферменты начнут постепенно разрушать ДНК. Поэтому ее нужно как можно скорее отделить от других клеточных компонентов.

1. Возьмите пробирку с буфером для лизиса с вашего стола и добавьте 3 мл буфера к вашему образцу.
2. Закрутите пробирку крышкой и аккуратно переверните пробирку 5 раз (не трясите ее!).
3. Посмотрите на пробирку. Вы заметили какие-то изменения? Если да, запишите их.

## СЛАЙД 10

**ОЧИСТКА.** Как вы уже могли догадаться, большинство молекул, которые могут помешать выделению чистой ДНК, – это белки. Мы можем легко избавиться от белков, не повредив ДНК, если используем специальный фермент, расщепляющий белки, так называемую протеазу. Протеаза расщепляет пептидные связи между отдельными аминокислотными остатками, из которых состоит белок. Уничтожая все белки, вы в том числе уничтожаете ферменты, расщепляющие ДНК – ДНКазы, которые могут помешать выделению. Клеточный лизат, содержащий протеазу, инкубируется на оптимальной для ее работы температуре +50 °С.

ДНК и другие компоненты клетки, такие как белки, сахара и жиры, растворяются в буфере для лизиса. ДНК растворяется благодаря тому, что окружена молекулами воды, не дающими отрицательно заряженным фосфатным группам образовывать прочные связи с положительно заряженными ионами, находящимися в растворе.

### **УДАЛЕНИЕ БЕЛКОВ:**

1. Возьмите с вашего стола пробирку с протеазой («Прот»). Добавьте 5 капель протеазы (5x250 мкл) к вашему образцу.
2. Закройте пробирку и несколько раз переверните ее, чтобы перемешать содержимое.
3. Поместите вашу пробирку в штатив или стакан на водяную баню, нагретую до 50°C на 10 минут. По истечении этого времени достаньте пробирки.

В том случае, если нет возможности организовать водяную баню, можно этот этап пропустить! Но при этом необходимо объяснить обучающимся, что при этом мы получим недостаточно очищенный образец, непригодный для использования, например, при постановке ПЦР.

## СЛАЙД 11

**ВЫДЕЛЕНИЕ.** Когда к раствору добавляется большое количество спирта, молекул воды становится относительно мало и они уже не препятствуют взаимодействию ионов натрия с ДНК с образованием нерастворимой натриевой соли ДНК. На границе слоев воды и спирта начинает образовываться осадок в виде тонких белых нитей.

Чем более холодный спирт мы берем, тем хуже растворяется ДНК – это можно сравнить с тем, как сахар хуже растворяется в холодном чае, чем в горячем.

1. Держа пробирку с вашим образцом под углом 45°, наполните ее спиртом (10 мл) так, чтобы он медленно стекал по стенке пробирки. Завинтите крышку на пробирке.
2. Поставьте пробирку прямо перед вами на штатив и оставьте ее на 5 минут не трогая.
3. Через 5 минут снова посмотрите на пробирку. Обратите внимание на границу слоев воды и спирта.

4. Медленно переверните пробирку 5 раз, чтобы ускорить осаждение ДНК. Наблюдайте за появлением нитей ДНК.

В присутствии соли и спирта ДНК, выделенная из ваших клеток, собирается вместе и выпадает в осадок, который можно видеть невооруженным глазом. В то же время другие компоненты, содержащиеся в растворе, такие как аминокислоты или углеводы, остаются растворенными в спирте. Одна видимая глазом нить состоит из тысяч цепей ДНК, на каждой из которых расположены тысячи генов, так что вы сразу смотрите на миллионы генов. Помните, что вы видите ДНК из многих тысяч клеток, которые были в вашей пробе.

## СЛАЙД 12

Вы можете сохранять свою ДНК в микропробирке или сделать ДНК-кулон (такие кулоны можно приобрести в магазинах). Для этого вы должны одноразовой пипеткой осторожно перенести туда вашу ДНК вместе с 750 мкл-1 мл спиртового раствора. После окончания опыта не забудьте убрать свое рабочее место, использованные растворы, оставшиеся после работы, вылить в раковину рабочие растворы, сполоснуть посуду.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конечно, в результате этой простой процедуры нельзя получить чистый препарат ДНК. В лаборатории в буфер добавляют ферменты, разрушающие молекулы РНК, которые иначе могут выделиться вместе с ДНК. Даже после самой тщательной экстракции в наших условиях часть ДНК останется в растворе, образуя в нем невидимую паутину. При небольших дополнительных усилиях, соответствующих реактивах и оборудовании этот материал тоже можно увидеть.

## СЛАЙД 13

Давайте вспомним все этапы, которые мы с вами прошли, чтобы выделить свою собственную ДНК.

Перед Вами на слайде последовательность наших действий.

Педагог вместе с обучающимися проговаривает еще раз всю последовательность. Обучающиеся могут использовать лабораторный протокол.

1. Собираем биологический материал (изображение 1);
2. Лизис. Разрушение клеточных мембран (изображения 2, 3, 4);
3. Очистка. Удаление белков (изображения 5, 6, 7);
4. Выделение ДНК (изображения 8, 9, 10).

## СЛАЙД 14

Давайте выполним вместе задание, чтобы закрепить полученные знания.

Задание на слайде.

Учитель обсуждает и комментирует ответы обучающихся.

### ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ:

РЕЗУЛЬТАТЫ	ПРОЦЕДУРЫ	ОТВЕТ
Собрать клетки	Пожевать внутренние поверхности ваших щек и тщательно прополоскать водой	1Г
Растворить клеточные мембраны	Добавить раствор детергента	2В
Осадить ДНК	Добавить холодный спирт	3Б
Расщепить белки	Добавить протеазу и инкубировать при 50 °С	4А

## СЛАЙД 15

Сегодня мы с вами провели первый этап молекулярно-генетических исследований. Именно с этого этапа начинаются все методы молекулярно-генетических исследований, благодаря которым были совершены великие открытия и разработаны современные генетические технологии.

Благодаря достижениям молекулярной генетики успешно развиваются следующие направления:

- генная инженерия,
- клонирование органов и тканей,
- разработка новых лекарств,
- изучение мутаций животных, растений и человека,
- выведение новых сортов сельскохозяйственных растений,
- более точная диагностика различных заболеваний,
- разработка вакцин.

## СЛАЙД 16

Для закрепления полученных знаний давайте попробуем ответить на вопросы:

### **1. Клетка печени и клетка эпителия содержат одни и те же хромосомы?**

*Да. Геномная ДНК во всех соматических (не половых) клетках одна и та же, независимо от того, что это за ткань.*

### **2. Какие белки могут быть ассоциированы с ДНК в клетке?**

*С хромосомной ДНК ассоциированы гистоны, а также РНК-полимераза и факторы транскрипции.*

### **3. Если вам надо выделить ген, который кодирует белок, входящий в состав пищеварительного сока, вырабатываемого различными клетками слизистой оболочки желудка, можете ли вы найти этот ген в клетках эпителия? Объясните ваше предположение.**

*Ген, который кодирует белок из желудка, может быть найден в геномной ДНК клетки эпителия. Тем не менее клетка эпителия не будет синтезировать мРНК (копии гена) белка из желудка. Ген этого белка будет экспрессироваться только в желудке.*

### **4. После того, как мембраны растворятся, ДНК окажется в растворе, но вместе с ней там окажется и множество других видов молекул, находившихся в клетке. Напишите, что это могут быть за молекулы.**

*РНК, белки, жиры, углеводы, минеральные соли, АТФ, аминокислоты и др.*

### **5. Какие методы или агенты могут быть использованы, чтобы избавиться от этих нежелательных молекул?**

*Существуют ферменты, расщепляющие разные молекулы. Протеазы расщепляют белки, ДНКазы – ДНК, РНКазы – РНК. Жиры могут быть растворены с помощью детергентов. Процессы расщепления ускоряются при повышении температуры и перемешивании.*

Данные вопросы учитель может использовать по своему усмотрению:

- для заполнения временных промежутков между этапами лабораторной работы;
- для домашнего задания;
- найти ответы на вопросы в совместном обсуждении в конце занятия.



## СЛАЙД 17

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

- Проведите подобную работу с любым природным объектом в домашних условиях (Протокол лабораторного исследования в приложении 2).
- Например, используйте клубнику, бананы, лук.
- Попробуйте получить ДНК из консервированных продуктов.
- Обязательно зафиксируйте этапы Вашей работы и полученные результаты.
- Проанализируйте результаты Вашей работы.

Разместите фотоотчет о Вашей работе в социальных сетях под хэштегом #Урок-Генетики.

*Педагог может организовать беседу по итогам домашних исследовательских работ с представлением результатов на уроке биологии.*

## ПРОТОКОЛ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ДНК НА ЗАНЯТИИ

### СБОР МАТЕРИАЛА

1. Возьмите с вашего стола 15 мл пробирку, содержащую 3 мл воды. Подпишите ее вашими инициалами.
2. Осторожно пожуйте внутренние поверхности ваших щек в течение 30 секунд. НЕ НАДО кусать щеки до крови!
3. Наберите воду из 15-мл пробирки (3 мл) в рот и тщательно полощите его в течение 30 секунд.
4. Аккуратно выплюньте воду обратно в пробирку.

### ЛИЗИС КЛЕТОК

5. Возьмите пробирку с буфером для лизиса с вашего стола и добавьте 3 мл буфера к вашему образцу.
6. Закрутите пробирку крышкой и аккуратно переверните пробирку 5 раз (не трясите ее!). Посмотрите на пробирку. Вы заметили какие-то изменения? Если да, запишите, что увидели.

### ОЧИСТКА: УДАЛЕНИЕ БЕЛКОВ

7. Возьмите с вашего стола пробирку с протеазой («Прот»). Добавьте 5 капель протеазы (5x250 мкл) к вашему образцу.
8. Закройте пробирку и несколько раз переверните ее, чтобы перемешать содержимое.
9. Поместите вашу пробирку в штатив или стакан на водяную баню, нагретую до 50°C на 10 минут. По истечении этого времени достаньте пробирки.

### СДЕЛАЙТЕ ВАШУ ДНК ВИДИМОЙ

10. Возьмите у вашего преподавателя пробирку с холодным спиртом. Держа пробирку с вашим образцом под углом 45, наполните ее спиртом (надо добавить около 10 мл) так, чтобы он медленно стекал по стенке пробирки. Завинтите крышку на пробирке.
11. Поставьте пробирку прямо перед вами в стакан или штатив и оставьте ее на 5 минут не трогая.
12. Через 5 минут снова посмотрите на пробирку. Обратите внимание на границу слоев воды и спирта. Вы видите что-нибудь? Запишите свои наблюдения. Сравните ваш образец с образцами ваших одноклассников.
13. Медленно переверните пробирку 5 раз, чтобы ускорить осаждение ДНК. Обратите внимание на плавающие в пробирке нити, белые или прозрачные. Это ваша ДНК!

### ИНТЕРЕСНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ:

Вы можете сохранять свою ДНК в микропробирке или сделать ДНК-кулон (такие кулоны можно приобрести в магазинах). Для этого вы должны одноразовой пипеткой осторожно перенести туда вашу ДНК вместе с 750 мкл-1 мл спиртового раствора.

### ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ

После окончания опыта не забудьте убрать свое рабочее место, использовавшиеся растворы, оставшиеся после работы, вылить в раковину рабочие растворы, сполоснуть посуду.

# ПРОТОКОЛ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ВЫДЕЛЕНИЮ ДНК ИЗ ФРУКТОВ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

**ОБЪЕКТЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ:** клубника, бананы, другие фрукты и овощи

### НЕОБХОДИМЫЕ МАТЕРИАЛЫ:

хлорид натрия (поваренная соль) – 10 г;  
 детергент – мыло или средство для мытья посуды – 15 мл;  
 дистиллированная вода – 500 мл;  
 95%-й этиловый спирт (заранее охладить в морозилке);

### НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

- ступка с пестиком, дома можно использовать блендер;
- воронка;
- стеклянная посуда: колба, стакан, пробирка;
- марля;
- пинцеты;
- стеклянные или деревянные палочки

### ПРОТОКОЛ:

1. Приготовить буферный раствор для экстракции ДНК:
  - К 500 мл воды добавить 10 г хлорида натрия,
  - Добавить к раствору 15 мл мыла/средства для мытья посуды,
  - Перемешать до растворения.
2. Измельчить фрукты до однородной массы (1-2 клубники или схожего размера другие фрукты).
3. Залить измельчённые фрукты 50 мл раствора для экстракции ДНК.
4. Перемешать измельчённые фрукты в растворе для экстракции ДНК.
5. Пропустить раствор через марлю, сложенную в несколько слоёв, для удаления крупных частиц.
6. Аккуратно по стенке налить 50 мл охлажденного этилового спирта, нужно добиться, чтобы жидкости не смешивались.
7. Осторожно на границе воды и спирта (спирт менее плотный, он будет сверху) перемешивать палочкой.
8. Будут появляться белые хлопья (по большей части это ДНК, но там могут быть и белки).
9. Можно просто подождать, и ДНК сама начнёт всплывать наверх. Из всех клеточных компонентов только ДНК быстро выпадает в осадок в спирте, образуя видимые глазу белые нити. Все остальные компоненты остаются в водной фазе.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтер А., Кан А. Удивительная генетика /перевод Погорелова М., Гришин А. – Издательство: Питер, 2018 г. – 48 с.
2. Артамонова В. Как увидеть ДНК. (Школьный клуб) / Химия и жизнь, 2002, №2 – стр.48-49.
3. Великов В. А. Молекулярная биология. Практическое руководство. – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2013. – 84 с.
4. Докинз Р. Эгоистичный ген / Ричард Докинз; пер. с англ. Н. Фоминой. – М.: АСТ: CORPUS, 2013. – 509 с.
5. Крейг В. Расшифрованная жизнь. Мой геном, моя жизнь /перевод Образцова Л. Образцов П. – М.: Лаборатория знаний, 2020 г. – 464 с.
6. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии /ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер; пер. с англ. 4-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2021 г. – 848 с.

## СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буферные растворы: приготовление и использование [Электронный ресурс]// ФБ (FB.ru) – URL: <http://fb.ru/article/44036/bufernyie-rastvoryi-prigotovlenie-i-ispolzovanie>
2. Выделение ДНК: гены на ладони/ Учебное руководство [Электронный ресурс]//Школьные материалы (zadocs.ru) – URL: <https://zadocs.ru/biolog/27490/index.html>
3. Лаборатория на кухне (выделение в домашних условиях ДНК) [Электронный ресурс]// Портал для абитуриентов и их родителей (Examen.ru) – URL: <http://www.examen.ru/add/manual/school-subjects/natural-sciences/genetics/stati-2201/laboratoriya-na-kuxne-vyidelenie-v-domashnix-usloviyax-dnk>.
4. Генетика [Электронный ресурс]//Биомолекула (biomolecula.ru) – URL: <https://biomolecula.ru/themes/genetika>.
5. Информационный портал о генетике [Электронный ресурс]//Genetics-info – URL: <https://genetics-info.ru/>
6. Современные представления о гене и возможностях генетики [Электронный ресурс]//Популярно о генетике (populargenetik.ru) – URL: <http://populargenetik.ru/>
7. Элементы [Электронный ресурс]//Элементы (elementy.ru) – URL: <https://elementy.ru/>