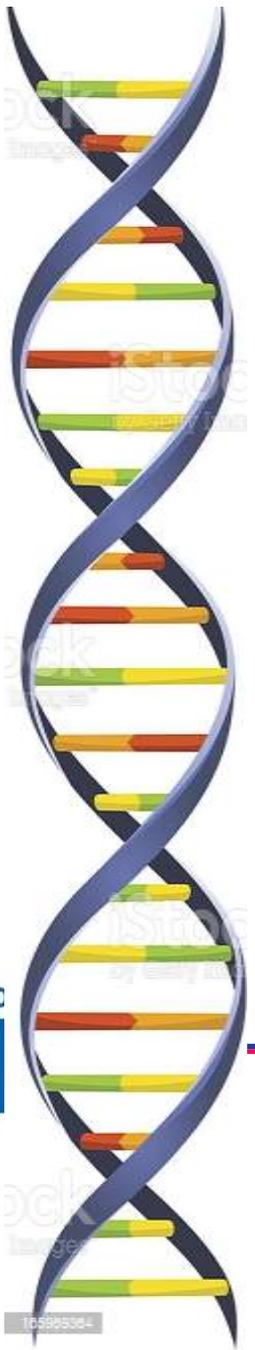


Генетика в школе

24 февраля 2021 г.



Практическая молекулярная генетика для начинающих.

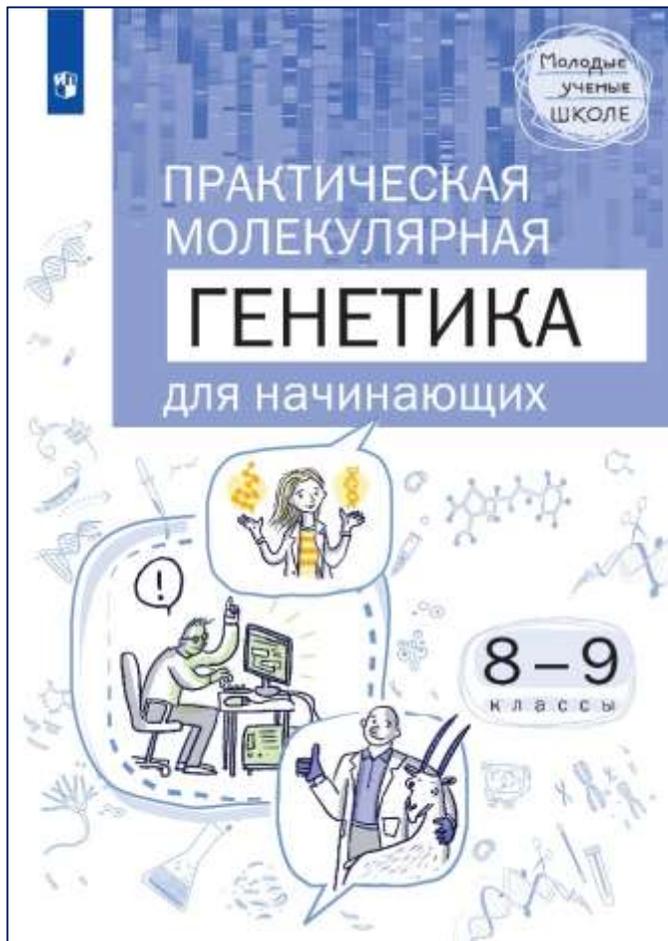
8-9 классы

Под ред. Бородина П.М., Вороиной Е.Н.



Аннотация к книге

Готовится к печати
Предусмотрен
электронный формат



Из этой книги вы узнаете:

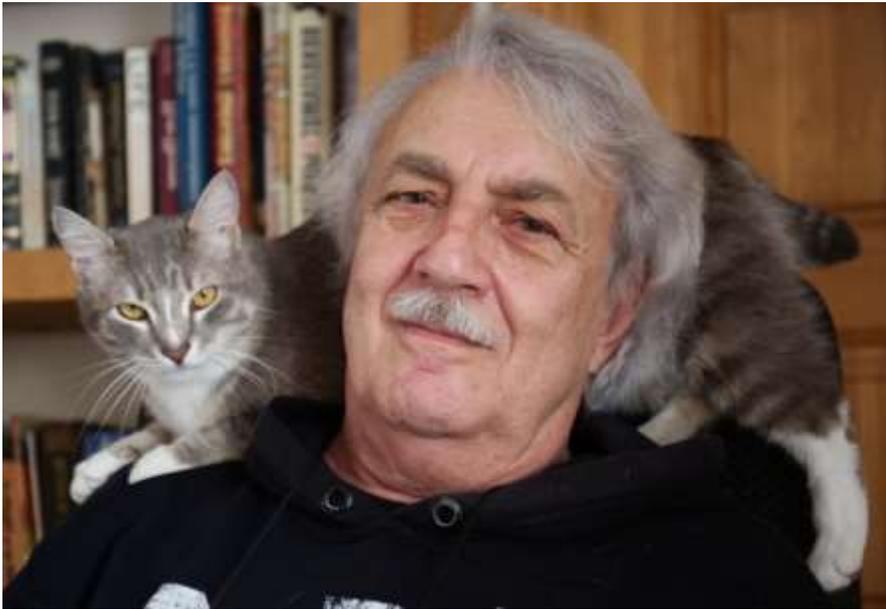
- О том, что самая важная молекула – это ДНК, именно она определяет устройство нашего тела и во многом – нашу жизнь и судьбу.
- Самая важная наука из всех, что придумало человечество, – генетика, т.к. она исследует, как устроена эта самая важная молекула, как гены работают, создавая тела всех живых организмов на Земле, как признаки передаются из поколения в поколение, и как они меняются при этом.
- О том, как возникли, как устроены, работают и передаются гены. Как и для чего их можно менять, а как их менять ни в коем случае не следует.
- В этой книге вы найдёте и точно установленные факты, и выведенные на основе этих фактов законы.
- О проблемах, которые пока не имеют решения, над которыми генетики сейчас работают в своих лабораториях.

Большая часть книги ориентирована на реализацию практической деятельности через интеллектуальные исследования, виртуальные практические работы и реальный практикум со специализированным оборудованием. Книга также содержит задачи по генетике, аналогичные представленным в ЕГЭ и на школьных биологических олимпиадах.

Все авторы этой книги – профессиональные генетики, а также преподаватели летних биологических школ и не только. Они занимаются разными направлениями генетической науки.

Авторский коллектив

Руководитель авторского коллектива – известный ученый-биолог, генетик,
профессор Бородин П.М.



МИХАИЛ
КАРТАШОВ



НАТАЛЬЯ
ТОРГЛШЕВА

Молодые ученые-генетики,
научные сотрудники нескольких
лабораторий Института
цитологии и генетики СОРАН.



НАРИМАН
БАТТУЛИН



ТАТЬЯНА
КОЛЕСНИКОВА

И другие...

Самая важная наука из всех, что придумало человечество

Глава 1. МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

Представьте себе двух шпионов. Один из них передаёт другому секретную телеграмму. Чтобы зашифровать сообщение, он использует специальную шифровальную машину, которая превращает осмысленный набор символов в абракадабру. Если посмотреть на неё невооружённым глазом, понять смысл сообщения совершенно невозможно. Но у второго шпиона есть такая же машина. Он пропускает полученное сообщение через неё и восстанавливает крайне важную секретную информацию.



ОТ ГЕНА К ПОВЕДЕНИЮ

Довольно трудно себе представить, как поведение, сложное, многообразное и уникальное для каждого индивида, кодируется последовательностью нуклеотидов в молекуле ДНК. Однако в основе всего лежит химия — сложная и прекрасная.

Проиллюстрируем эту мысль одним примером. В нашем мозгу есть нейромедиатор *серотонин*, он участвует в передаче сигнала от одной нервной клетки к другой. В этом серотонину помогает множество специфических рецепторов, от работы которых во многом зависит его непосредственно может и рот, ус отроствк

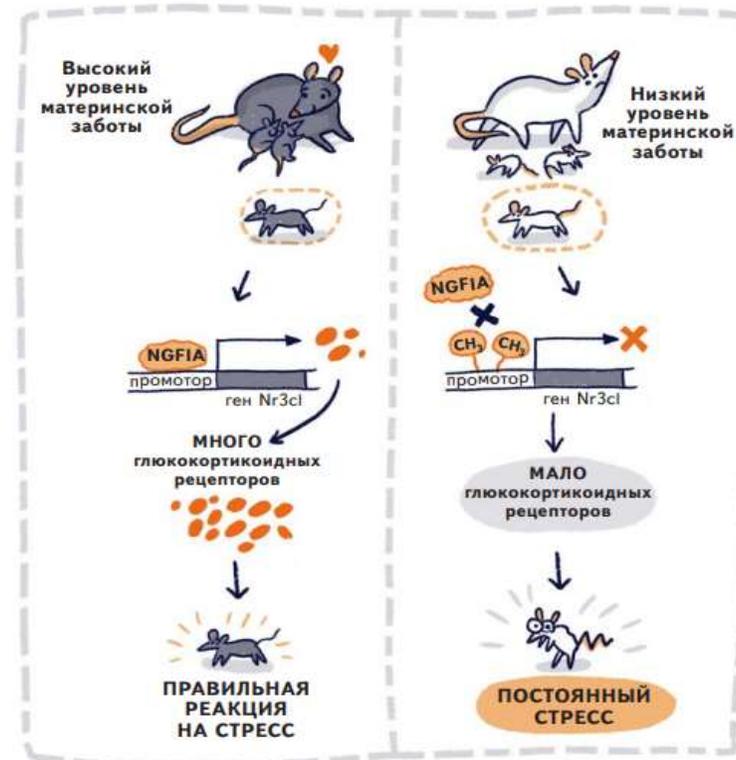


Рис. 200. Схематичное изображение механизма родительской регуляции экспрессии ГГНС

Модуль 1. Из чего сделаны гены

Глава 1. Молекулы жизни

Глава 2. Белки и генетический код

Глава 3. Ошибки в геноме — мутации

Модуль 2. Геномы

Глава 4. Мир прокариот

Глава 5. Геном эукариот. Структура

Глава 6. Геном эукариот. Управление

Глава 7. Вирусы — геномные хулиганы

Модуль 3. Методы молекулярной генетики

Глава 8. ПЦР

Глава 9. Секвенирование

Глава 10. Генная инженерия

Глава 11. Трансгенные животные

Глава 12. Геномное редактирование

Модуль 4. От генотипа к фенотипу

Глава 13. Митоз

Глава 14. Мейоз

Глава 15. Зачем нужна рекомбинация

Глава 14. От генов к простым признакам

Глава 15. Гены строят организмы

Модуль 5. Законы Менделя

Глава 17. Законы Менделя. Один признак

Глава 18. Законы Менделя. Несколько признаков

Глава 19. Определение пола.

Модуль 6. Генетика популяций

Глава 20. Гены в популяциях — великое равновесие

Глава 21. Популяции меняются: численность, миграция и выбор супруга

Глава 22. Популяции меняются: естественный отбор

Модуль 7. Генетика количественных признаков

Глава 23. Наследование количественных признаков

Глава 24. Поиск генов количественных признаков

Глава 25. Генетика поведения

Глава 26. От гена к поведению

Модуль 8. Генетика открывает исторические тайны

Глава 27. ДНК как хронометр эволюции

Глава 28. Филогенетика и филогенетические деревья

Глава 29. Палеогенетика

Глава 30. Генетическая криминалистика

Модуль 9. Генетика раскрывает тайны человека

Глава 31. Предыстория возникновения человека

Глава 32. Возникновение и ранняя генетическая история человечества

Глава 33. Самое первое великое переселение народов

Модуль 10. Геномные технологии

Глава 34. «Омы» над геномом

Глава 35. Доместикация и центры генетического разнообразия

Глава 36. Сохранить и изучить гены, чтобы менять будущее

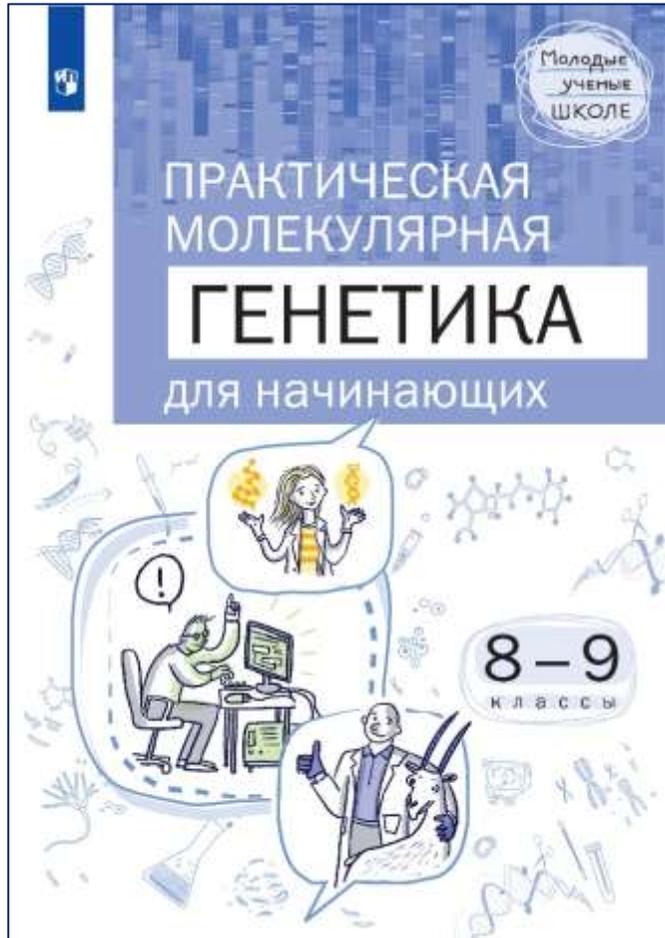
Глава 37. Воскрешение мамонтов и клонирование организмов

Глава 38. Генная терапия

Заключение. Добро пожаловать в генетику!

Ответы на задачи

Цели пособия:



- Представить школьникам актуальные сведения по генетике
- Дать эти сведения доступными для школьников языком, сделать акцент на выбор профессии биолога, генетика
- Минимизировать теорию, усилить практическую составляющую

Конструктор урока



Теория



+ практические задачи

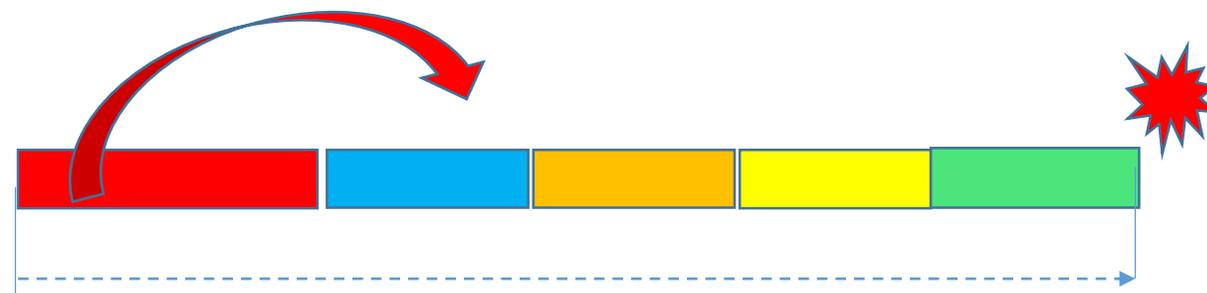


и упражнения

+ (в том числе: моделирование,
ролевые игры, дискуссии)



+ практические и лабораторные
работы



Погружение в тему

Глава 9. ВИРУСЫ — ГЕНОМНЫЕ ХУЛИГАНЫ

Вирусы нарушают все наши привычные представления об устройстве живого организма. Начнём с того, что вирусы — это *неклеточная форма жизни*. Наш с вами организм (как и организм ваших любимых питомцев или комнатных растений на ваших подоконниках) состоит из многих миллиардов клеток, функционирующих как единое целое. Организм инфузории или бактерии состоит всего из одной клетки, но и она является огромной фабрикой, где каждую секунду протекают тысячи химических реакций. Вирусы же устроены предельно просто и не способны к обмену веществ, то есть они абсолютно не нуждаются в пита-

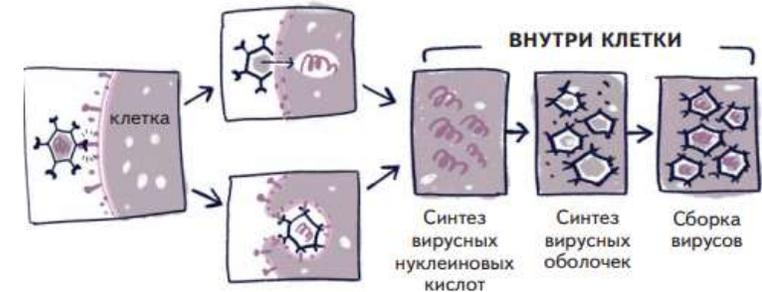
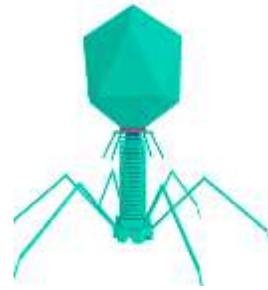
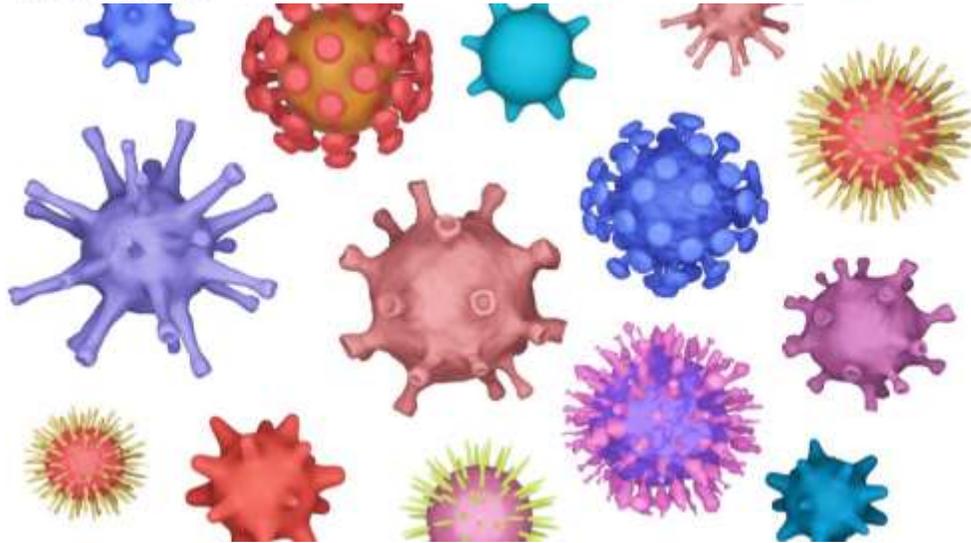


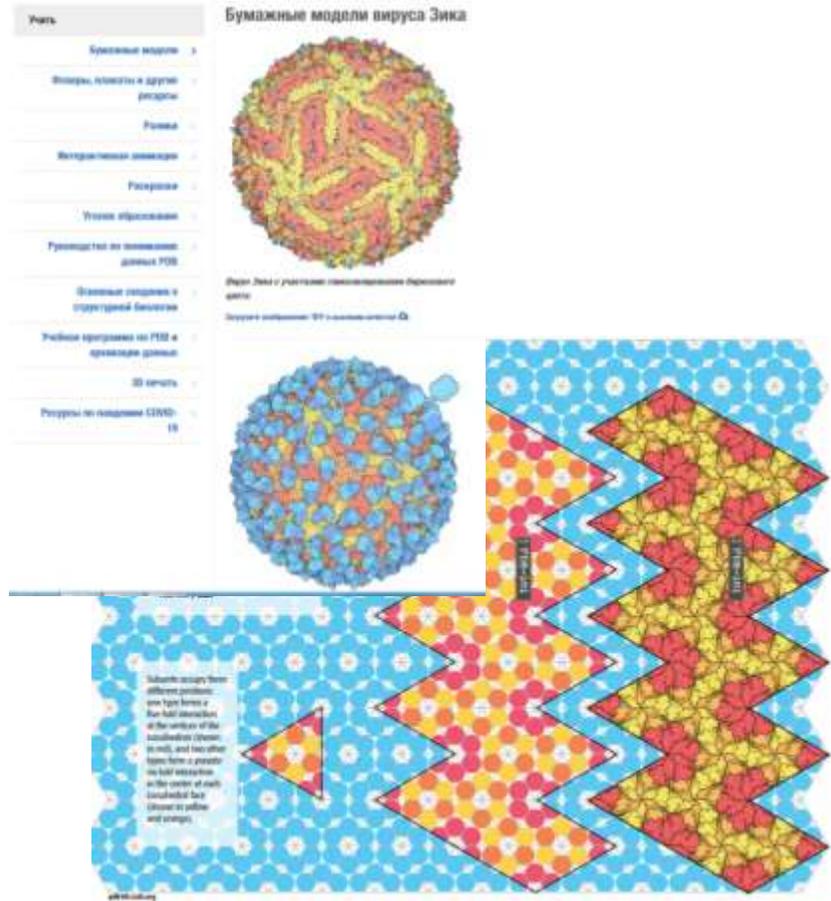
Рис. 39. Жизненный цикл вируса

- Когда именно появились первые вирусы и как они устроены
- Экологическая роль вирусов и их значение в эволюции других организмов
- Способность вызывать пандемии — эпидемии всемирного масштаба
- Вирусы как «генетические челноки» при горизонтальном переносе генов между разными хозяевами



Задачи в теме.

Построение моделей



Проект «Модели вирусов»

pdb101.rcsb.org/learn/paper-models/quasisymmetry-in-icosahedral-viruses

«Нулевой пациент»- игра, моделирующая распространение инфекции

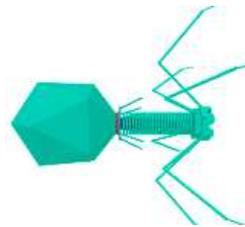


Задача «Правило Чаргаффа для вирусов»



Темы для дискуссии:

Согласно одной из гипотез, вирусы произошли от клеточных структур. Какие части (прокариотической и эукариотической) клетки могли превратиться в вирусы?



Способ обучения нормальный: ставим и решаем задачи



Глава 20. РЕКОМБИНАЦИЯ И СЕКС

Есть два способа размножения: бесполоый и половой. При бесполом один организм производит как минимум двух потомков. Он может поделиться надвое или отпочковать от себя много потомков. При половом размножении два организма должны встретиться и, потратив много времени и энергии на поиски друг друга, выяснение отношений и намерений, произвести как минимум одного потомка.

На самом деле неважно, сколько потомков производит организм. Бесполое всё равно произведет вдвое больше, потому они все могут давать потомков, а среди половых организмов на это способны только самки, которые составляют всего половину. Из этого следует, что бесполое размножение как минимум вдвое эффективнее полового (рис. 89).

Давайте проверим, так ли это.



.....> Практическое задание «ПОЛОВОЕ И БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ»

Пусть у нас есть два острова. На первом поселим пару бессмертных организмов, которые размножаются делением. То есть каждый организм каждый месяц делится надвое. На втором острове поселим пару организмов, которые практикуют половое размножение: самку и самца, которые через месяц после рождения производят два потомка и немедленно с острова улетают, причём для каждого из потомков вероятность родиться самкой или самцом — 50 на 50. Острова большие и вмещают до миллиона особей. Сколько особей будет жить через год на первом и сколько на втором острове? <



Проблемное обучение



В чём состоит преимущество полового размножения, которое перекрывает его досадно малую эффективность?

Гипотеза № 1,

Гипотеза № 2,

Гипотеза № 3,

Гипотеза № 4,

И страшилка из Интернета -

«Ужасная телегония, или Сын от покойника»

Для того чтобы объяснить, почему при двукратном проигрыше в эффективности размножения, при всех опасностях, сопряжённых с мейозом и рекомбинацией, абсолютное большинство сложно устроенных эукариот предпочитает половое размножение бесполому, существует множество гипотез.

Однако пока что ни одна из них не является общепризнанной...

Где искать жизнь? (Как научить думать)

Вы наверняка слышали, что наши рыбоподобные предки вышли на сушу из воды. Химический состав нашей крови несёт на себе отпечаток тех давних лет: кровь млекопитающих по концентрации натрия (большая) и калия (маленькая) очень похожа на морскую воду.

Было бы логично предположить (и так долгое время и считалось), что вообще вся жизнь зародилась в океане

Однако внутри наших клеток ситуация совсем другая. Калия в ней много, а натрия мало (табл. 1). Мембраны наших клеток усеяны специальными стражниками — натрий-калиевыми насосами, которые выкачивают из клетки натрий и поставляют в неё калий. Это значит, что первые клетки не возникли впервые в морской воде, а попали туда уже после возникновения.

ИОННЫЙ СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ, ПЛАЗМЫ КРОВИ И ЦИТОПЛАЗМЫ КЛЕТОК

Таблица 1

Ионы	Морская вода	Плазма крови	Цитоплазма клеток
Na ⁺	0,4	0,14	0,01
K ⁺	0,01	0,005	0,1
Fe	10 ⁻⁸ (Fe ³⁺)	10 ⁻⁵	10 ⁻³ —10 ⁻⁴ (Fe ²⁺)
Zn ²⁺	10 ⁻⁹	10 ⁻⁵	10 ⁻³ —10 ⁻⁴

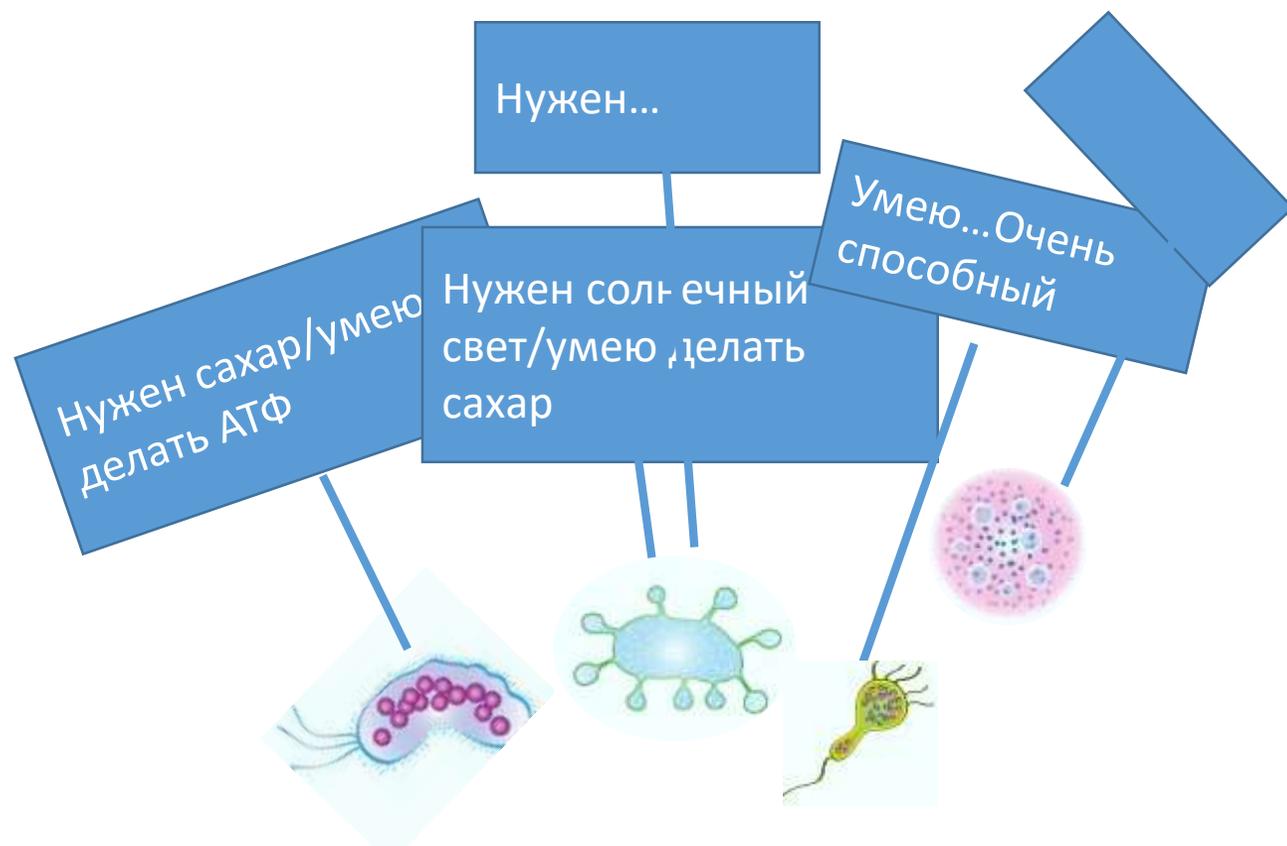
Перевоплощаемся и проигрываем ситуации

Как все было? Может быть никто никого не ел и ни на ком не паразитировал...или?



Ролевая игра «Симбиоз»

Моделирование возникновения симбиоза разных бактерий.



Сказка-ложь, да в ней намек...

Страшилка из Интернета

Ужасное наследование приобретённых признаков, или Царь Никита и сорок его сыновей

Спартанский царь Никита был человеком лихим, удалым и из себя фигуристым. И бицепсы, и трицепсы, и даже глютеусы у него были всем на зависть. Оттого его в цари и взяли. С этим делом у них в Спарте было сурово. Хилому да плюгавому в цари не пробиться. Такого сгоряча могут и со скалы сбросить. Долго ли коротко правил царь Никита, да от царской жизни и обленился. С дивана вставал, только чтоб до трона добраться. Пузо отрастил, а от би-

цепсов с трицепсами ничего не осталась. А тут как раз пришло ему время о наследнике задуматься. Задумался, женился и наследника ждёт.

Родился у него наследник хилый да плюгавый. Ни бицепсов ни трицепсов. В цари явно не пройдёт по конкурсу. Выгнал Никита свою царицу, на другой женился. И с ней та же история. Пять жен Никита сменил, десяток сыновей наплодил, а царство оставить некому. Все плюгавые, да ещё и пузатые. Прямо с рождения.

Поехал он на царской колеснице в город Дельфы к тамошнему оракулу и спрашивает:

— Слышь, оракул, отчего это у меня все сыновья такие хилые и плюгавые? Ни бицепсов, ни трицепсов, да ещё и пузатые. Царство оставить некому. Что делать-то, трон пропадает!

— Ты на себя посмотри, — отвечает ему оракул. — Ни бицепсов, ни трицепсов, и пузо со спины видно. Нездоровый образ жизни ведёшь, оттого и дети такие.

Одумался царь Никита, колесницу со скалы сбросил, лошадей оракулу отдал,



Читайте продолжение...

В основе всего лежит химия...

От гена к поведению

Чтобы проверить гипотезу ,
ученые провели эксперимент

Ролевая игра «Принципы работы нейромедиаторов»

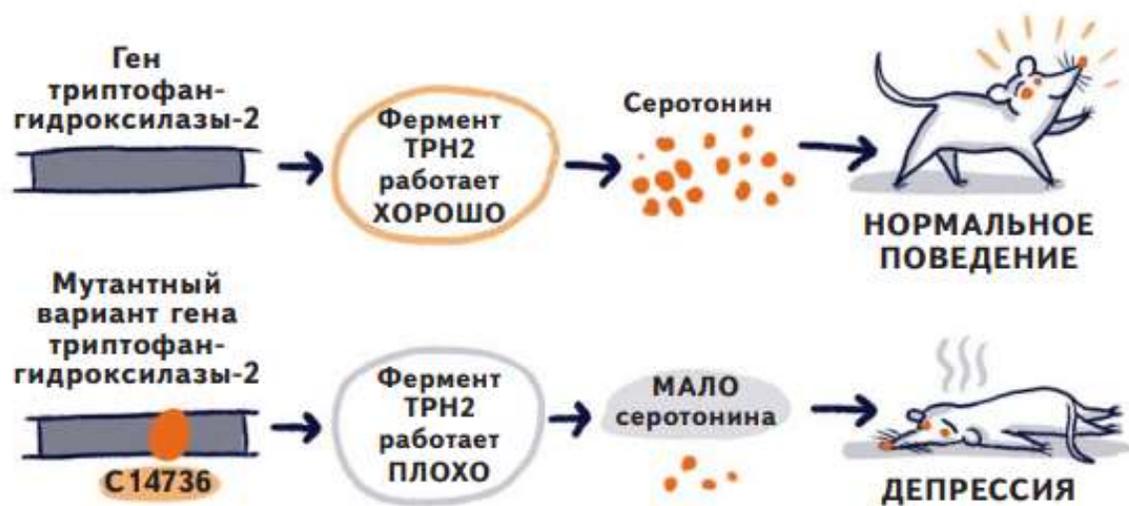


Рис. 199. Однонуклеотидная замена в гене TRH2 приводит к изменению поведения

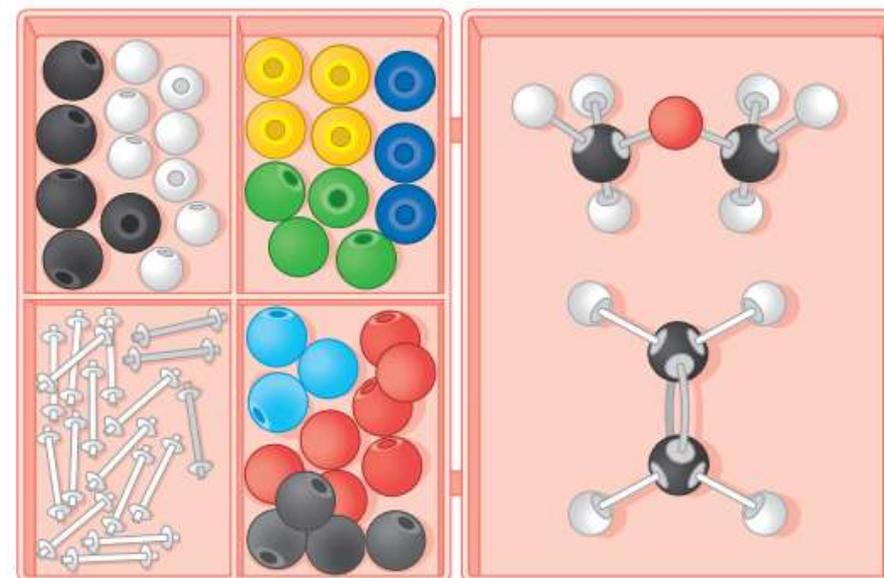


Рис. 201. Молекулярный конструктор

Содержание в картинках

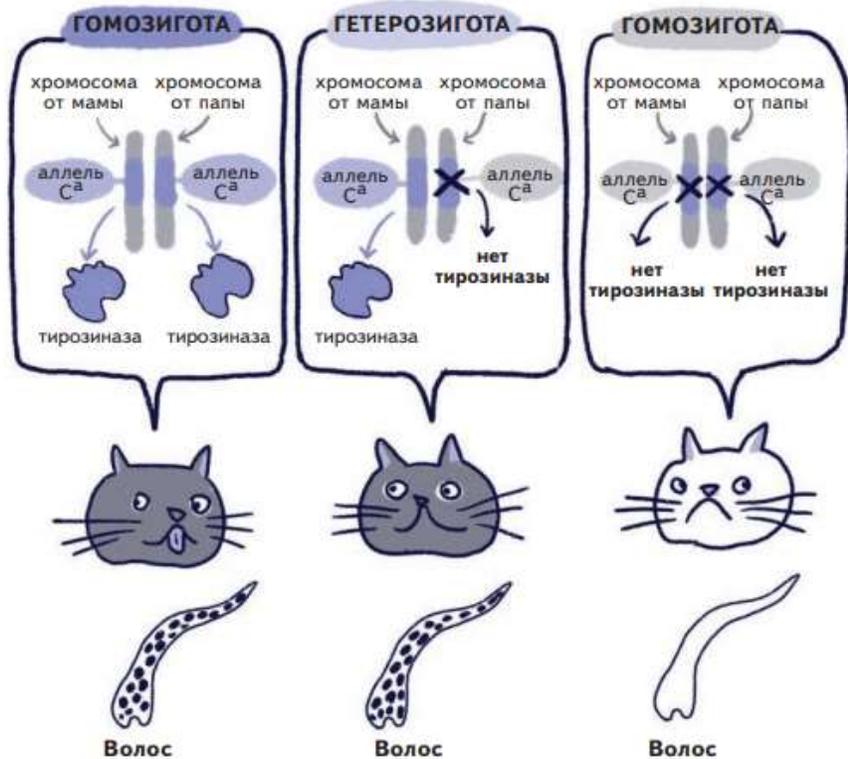


Рис. 65. Проявление доминантных и рецессивных признаков у гомозигот и гетерозигот

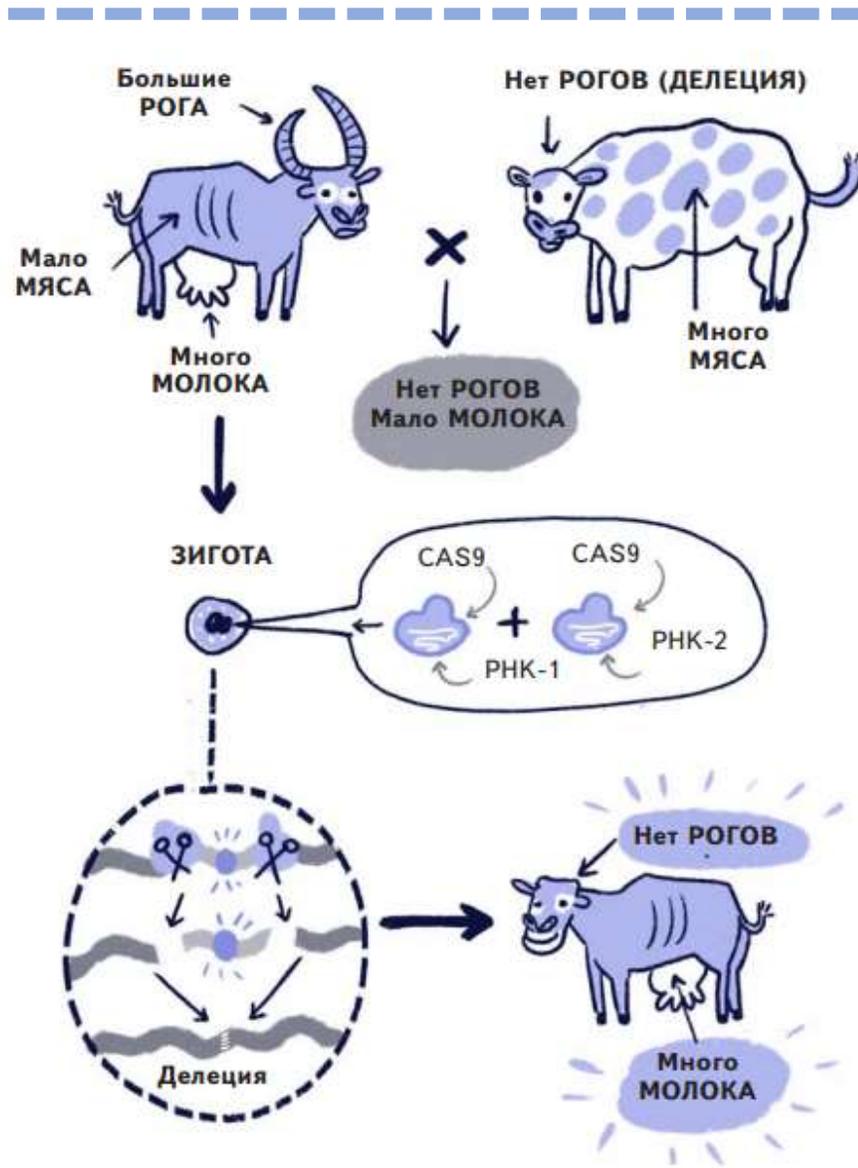
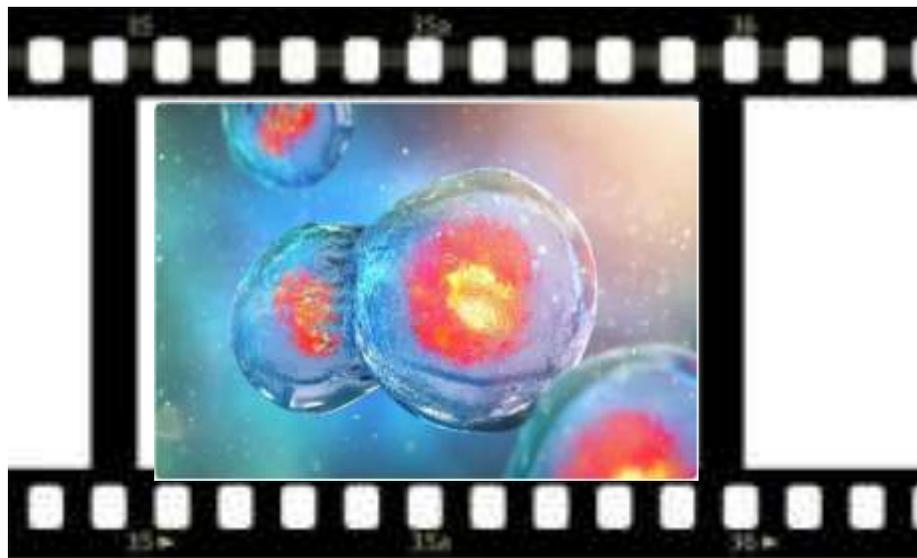


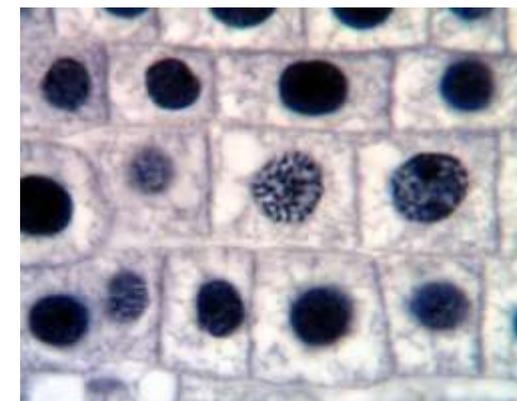
Рис. 73. Создание геномной модификации «отсутствие рогов» с помощью системы CRISPR/Cas9

Школа юного исследователя: практикум Лабораторные/Практические/Проектные

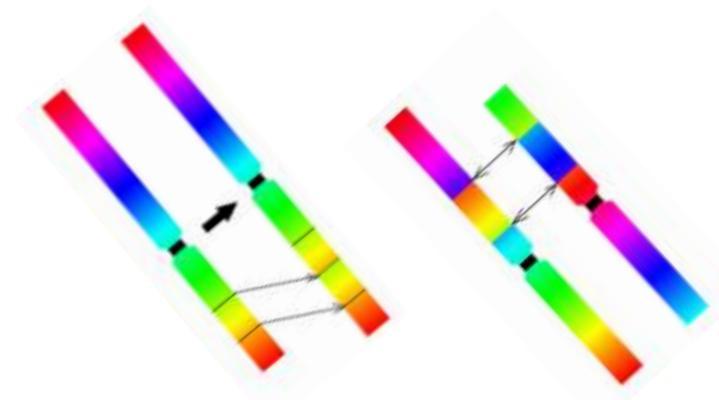
Проектная работа
«СОЗДАЁМ МУЛЬТФИЛЬМ
ПРО КЛЕТОЧНОЕ ДЕЛЕНИЕ»



Лабораторная работа
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАДИИ МИТОЗА»



Практическая работа
«ХРОМОСОМНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ»



Лабораторная работа «Выделение плазмидной ДНК»

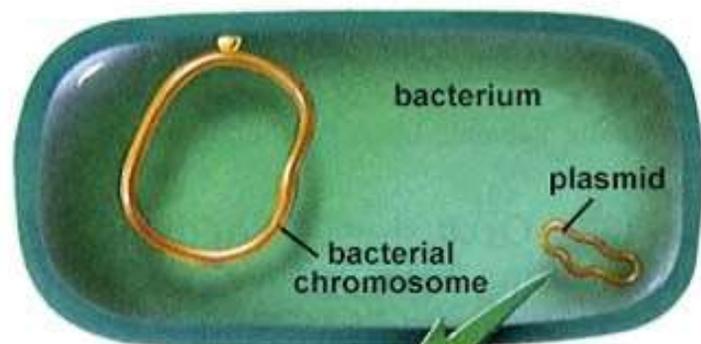


Рис. 41. Щелочной метод выделения бактериальных плазмид

Лабораторная работа «Электрофорез»

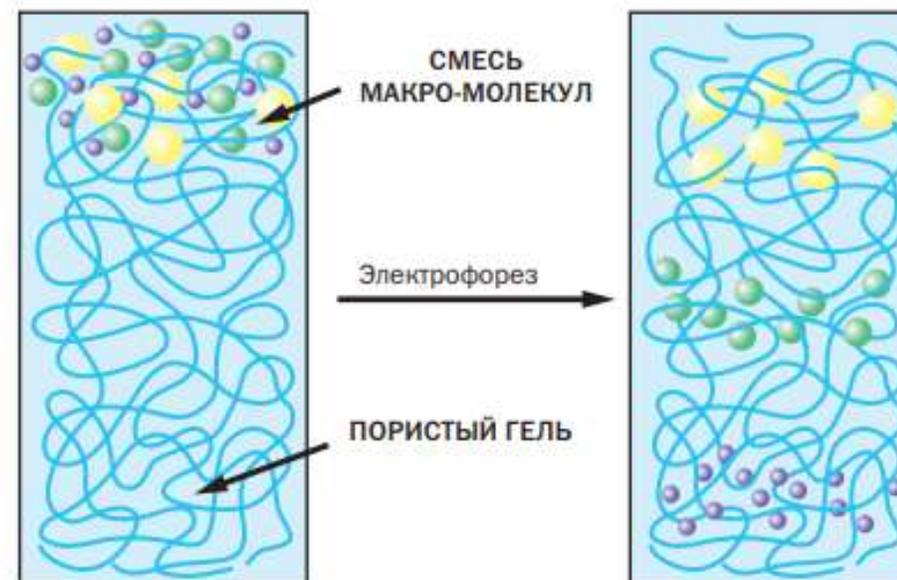


Рис. 42. Гель-электрофорезный метод разделения ДНК (жёлтые молекулы — самые длинные, зелёные — молекулы средней длины, розовые — самые короткие)

Практическое задание «Кариотип»

Практическая работа «Поиск пропавшей хромосомы» (Учимся использовать инструменты Национального центра биотехнологической информации)

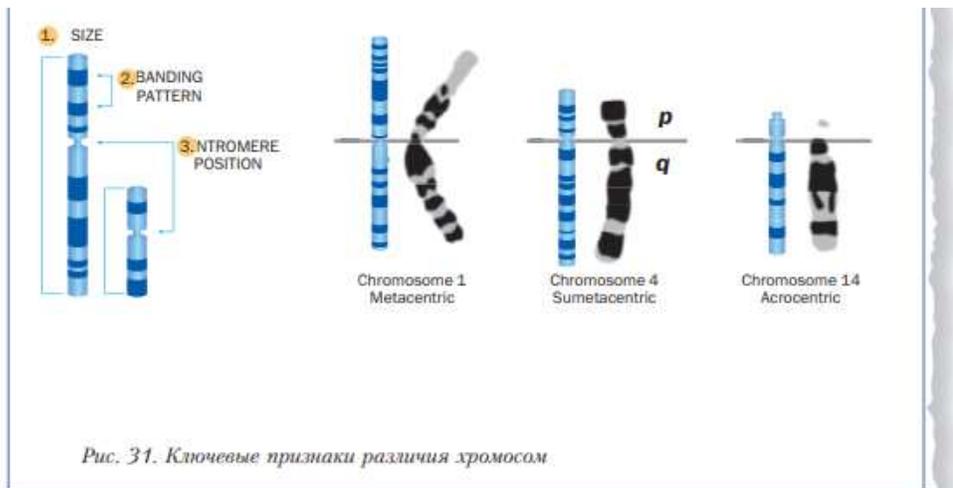


Рис. 31. Ключевые признаки различия хромосом.

Задание

Подберите пару для каждой хромосомы (справа) из карты, используя перечисленные выше три признака.

Задача «Что выключает РНК»

Некоторые молекулы РНК могут заставить замолчать определенно, выключив производство белков, которые не нужны в данное время. Каждому типу клеток для выполнения своей работы требуется часть всех генов, остальные необходимо «усыпить». Молекулы «молчащие» гены, распознают специфические последовательности комплементарного спаривания оснований. Так они могут выключить часть генома, выключая производство белка.




Средство просмотра геномных данных

Genome: HPR12.103
Accession: GCA_000004035.2
Reference: GenBank
Organism: Homo sapiens

Практикум №1

- ✓ ЗНАКОМСТВО С ЛАБОРАТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ
- ✓ Лабораторная работа 1. «ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ»
- ✓ Лабораторная работа 2 «ЛИПИДНАЯ ПЛЁНКА И ЛИПИДНАЯ КАПЛЯ»
- ✓ Лабораторная работа 3. «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ БЕЛКОВ»
- ✓ Лабораторная работа 4. «ФЕРМЕНТЫ»
- ✓ Лабораторная работа 5. «ВЫДЕЛЕНИЕ ДНК ИЗ БАНАНА»
- ✓ Лабораторная работа 6. «ВЫРАЩИВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БАКТЕРИЙ И МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»
- ✓ Лабораторная работа 7. «РЕЗИСТЕНТНОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ»
- ✓ Лабораторная работа 8. «ВЫДЕЛЕНИЕ ПЛАЗМИДНОЙ ДНК»
- ✓ Лабораторная работа 9. «ЭЛЕКТРОФОРЕЗ»
- ✓ Лабораторная работа 10. «БАКТЕРИОФАГИ»

Большая часть учебного пособия ориентирована на реализацию практической деятельности через интеллектуальные исследования, виртуальные практические работы и реальный практикум со специализированным оборудованием

Слово автора

...Давайте сначала поймём, что такое гены и что такое признаки. Как вы уже знаете, гены — это участки ДНК, на которых синтезируются РНК, служащие матрицами для сборки белков, катализирующих разные химические реакции в клетках. Ничего этого мы увидеть (услышать, потрогать и т. п.) не можем. А вот признаки — это те свойства организма, которые мы можем:

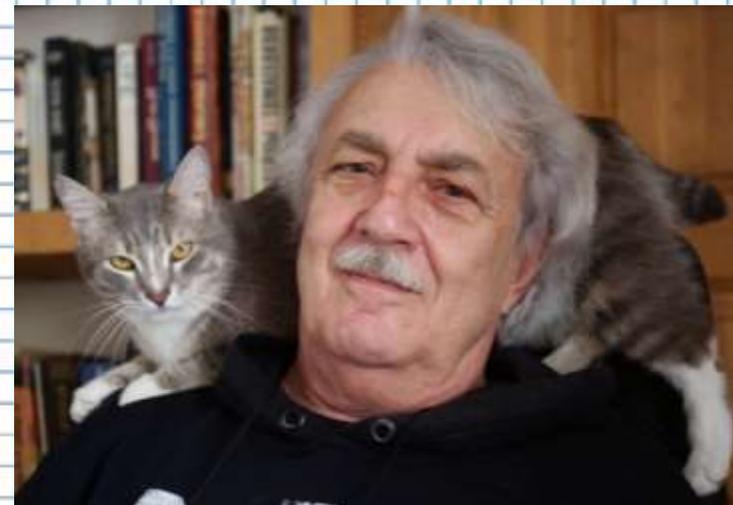
- 1) увидеть (например, окраску моего кота);
- 2) услышать (его мяуканье);
- 3) и даже пощупать (например, его хвост — не кусайся, злодей!).

Как перебросить мостик от одного к другому, как проследить путь от гена к признаку?

Давайте начнем с конца, то есть с признака. Мой кот самый обычный — серый полосатый, на груди белое пятно, мяв у него звучный, а шерсть короткая (как и хвост)...



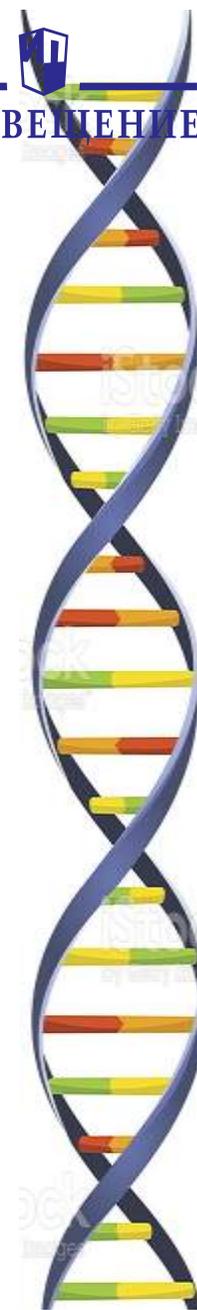
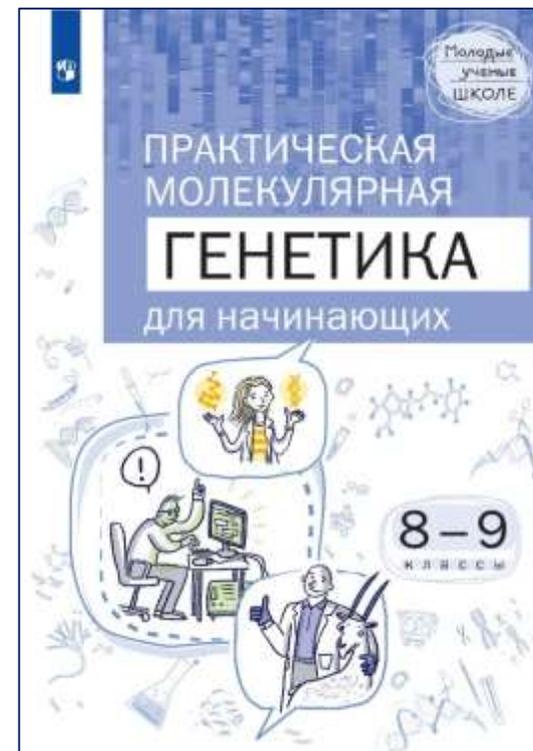
...Вы заметили этот удивительный факт? Среди потомков Зельды и Леонида половина оказались похожи на отца окраской и хвостом, а другой половине котят досталось по одному признаку от каждого из родителей. Наконец-то что-то и от Зельды передалось её детям! Вот так мы познакомились с третьим законом Менделя...



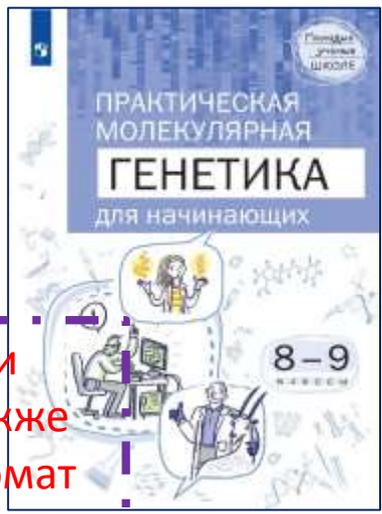
Добро пожаловать в генетику!



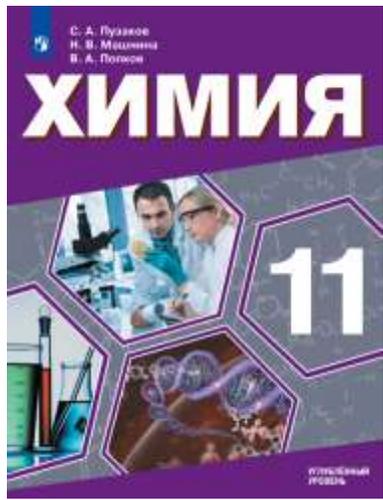
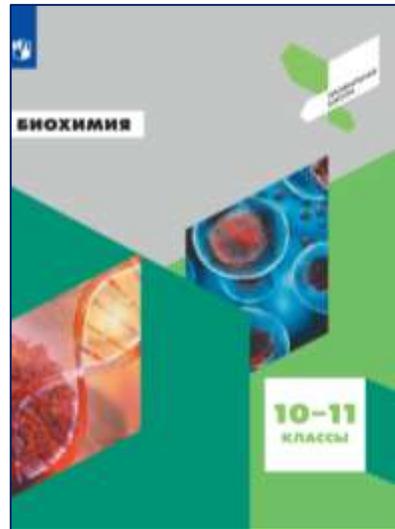
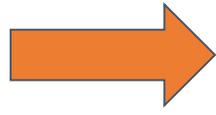
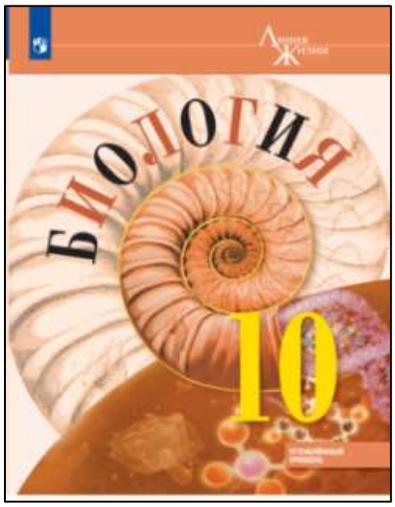
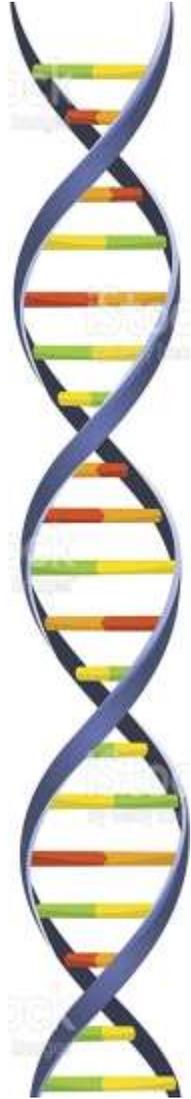
«Мы не сделаем вас умнее,
мы просто научим вас думать...»



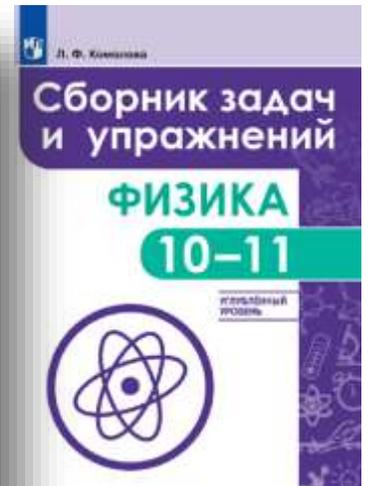
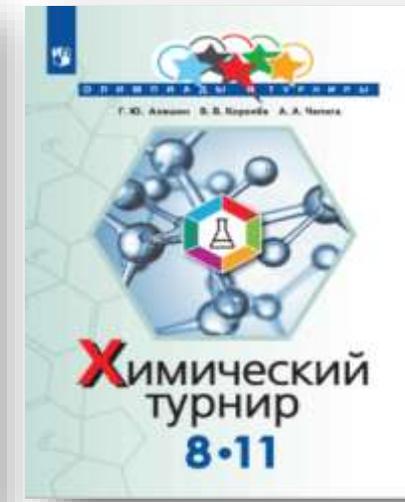
Развитие исследовательских навыков и эффективная профподготовка



Готовится к печати
Предусмотрен также
электронный формат



«Профильная школа»/«Задачники» для организации естественно-научного, технологического и медицинского профиля



Дополнительные сервисы для педагогов на сайте

Приобретение

Интернет-магазин



shop.prosv.ru



Гос. контракты

Начальник отдела
Трофимова Галина Владимировна
+7 (495) 789-30-40
(доб. 41-44)
GTrofimova@prosv.ru



Пакет документов



cloud.prosv.ru/s/jTekWj8XtN3TpCA

Приобрести учебники и учебные пособия можно в официальном интернет-магазине издательства shop.prosv.ru

По вопросам оформления государственных контрактов обращайтесь к начальнику отдела по работе с клиентами Трофимовой Галине Владимировне, тел.: +7 (495) 789-30-40 (доб. 41-44); e-mail: GTrofimova@prosv.ru

В помощь образовательной организации пакет документов по: покупке, постановке на учёт дополнительных учебных пособий