

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИОЛОГИИ

В. Э. Бутвиловский, В. В. Григорович, В. В. Давыдов

БИОЛОГИЯ

Практикум для студентов фармацевтического факультета

4-е издание



Минск БГМУ 2026

УДК 61:57(076.5)(075.8)

ББК 28.0я73

Б93

Рекомендовано Научно-методическим советом университета
в качестве практикума 18.03.2026 г., протокол № 7

Р е ц е н з е н т ы: канд. биол. наук, доц. А. В. Колб; каф. биоорганической химии

Бутвиловский, В. Э.

Б93 Биология : практикум для студентов фармацевтического факультета / В. Э. Бутвиловский, В. В. Григорович, В. В. Давыдов. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2026. – 68 с.

ISBN 978-985-21-2223-8.

Включены контрольные вопросы 14 тем практических занятий; термины и понятия; задачи; рисунки и схемы биологических процессов; экзаменационные вопросы. Первое издание вышло в 2023 году.

Предназначен для студентов 1-го курса, обучающихся по специальности «Фармация».

УДК 61:57(076.5)(075.8)

ББК 28.0я73

ISBN 978-985-21-2223-8

© Бутвиловский В. Э., Давыдов В. В.,
Григорович В. В., 2026

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2026

УЧЕБНО-УЧЕТНАЯ КАРТА

Студента _____ курса _____ гр. фармацевтического факультета _____ (ФИО)

Учебная неделя	Тема практического занятия	Итоговая аттестация
1.	Медицинская биология как наука, её роль в подготовке врача. Предмет, задачи и методы цитологии	1. НИРС _____
2.	Структурно-функциональная организация клетки. Организация потока вещества и энергии в клетке	
3.	Структурная организация генома	2. УИРС
4.	Клеточный цикл	
5.	Поток генетической информации в клетке	3. Практический навык № 1
6.	Регуляция экспрессии генов у прокариот и эукариот	
7.	Геномика. Методы изучения ДНК	4. Практический навык № 2
8.	Генетическая инженерия	
9.	Закономерности наследования признаков. Взаимодействие генов	5. Средний балл
10.	Сцепление генов. Биология и генетика пола	
11.	Изменчивость. Мутогенез. Канцерогенез	6. Рейтинг
12.	Генетика популяций	7. Бонус за НИРС
13.	Генетика человека	8. Допуск к экзамену
14.	Размножение организмов	_____ Дата «_____» _____ 202__ г. Подпись преподавателя _____

ВВЕДЕНИЕ

Практикум разработан на основе учебной программы дисциплины «Биология» для студентов, обучающихся по специальности «Фармация», и предназначен для самостоятельной работы студентов при подготовке к практическим занятиям и выполнения практической работы на занятиях.

Издание содержит учебно-учетную карту, отражающую план занятий на весь курс обучения, успеваемость студента и его исследовательскую работу на кафедре. Далее следуют требования, предъявляемые кафедрой к студентам, критерии оценки, информация о лауреатах Нобелевской премии в области биологии (физиологии и медицины).

Основная часть — это методические разработки к каждой теме практических занятий, включающие цель занятия, перечень контрольных вопросов, основные термины и понятия и практическую работу. В зависимости от темы занятия практическая работа может состоять из набора схем и рисунков, на которые нужно нанести обозначения, заполняемых таблиц, задач для решения и др.

Подготовку к практическому занятию студент должен начинать с изучения теоретического материала соответственно контрольным вопросам данной темы, используя учебник или учебно-методические пособия, а также конспект лекции. Затем студент выполняет тесты на сайте <http://etest.bsmu.by>.

Изучив материал, студент заполняет раздел «термины» — это домашняя работа, которая необходима для закрепления знаний и самоконтроля. Данный раздел работы проверяется преподавателем в ходе опроса. Раздел «Практическая работа» — конечный этап занятия, он выполняется в аудитории под контролем преподавателя.

Завершает практикум перечень экзаменационных вопросов.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ КАФЕДРОЙ БИОЛОГИИ К СТУДЕНТАМ

1. Соблюдать правила техники безопасности в аудиториях кафедры (инструктаж по технике безопасности проведен), выполнять правила внутреннего распорядка УО «БГМУ».

2. На практические занятия приходить без опозданий, согласно расписанию. Опоздавшие студенты на практические занятия **не допускаются**.

3. На практических занятиях студенты должны иметь халаты, практикумы, цветные карандаши. Студенты без халатов и практикумов на практические занятия не допускаются.

4. К каждому занятию студент обязан пройти 3 теста для самоподготовки и контроля знаний (входной, обучающий и контролирующий) на <http://etest.bsmu.by>.

5. Пропущенные занятия должны быть отработаны в течение 2 недель после пропуска. Студенты, не отработавшие в течение 2 недель пропущенные практические занятия, к последующим занятиям без разрешения декана факультета **не допускаются**.

6. Средний балл академической успеваемости за семестр по решению заседания кафедры для отдельных студентов может быть увеличен в случае их активного участия в работе СНО (бонус за НИРС, согласно решению кафедры).

7. На кафедре используется накопительный принцип выставления итоговой оценки по дисциплине. Итоговая оценка выставляется на основе суммирования оценок 2 практических навыков (доля этих оценок 20 %) (среднего балла успеваемости (доля этой оценки 10 %) и экзаменационной оценки (70 %).

С требованиями кафедры ознакомлен (а) _____ (подпись) _____ (дата)

Критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в БГМУ по десятибалльной шкале

10 (десять) баллов, зачтено:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы по учебной дисциплине, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы, по изучаемой учебной дисциплине;

умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 (девять) баллов, зачтено:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы по учебной дисциплине;

точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение эффективно его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

систематическая, активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 (восемь) баллов, зачтено:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы по учебной дисциплине;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы по учебной дисциплине;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 (семь) баллов, зачтено:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы по учебной дисциплине;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

свободное владение типовыми решениями в рамках учебной программы по учебной дисциплине;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по учебной дисциплине;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им аналитическую оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 (шесть) баллов, зачтено: достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы по учебной дисциплине; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий. 5 (пять) баллов, зачтено: достаточные знания в объеме учебной программы по учебной дисциплине; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы по учебной дисциплине; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им сравнительную оценку; самостоятельная работа на практических занятиях, фрагментарное участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий. 4 (четыре) балла, зачтено: достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;	умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой учебной дисциплине и давать им оценку; работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий. 3 (три) балла, не зачтено: недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта высшего образования; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой по учебной дисциплине; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой учебной дисциплины; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий. 2 (два) балла, не зачтено: фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта высшего образования; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой по учебной дисциплине; неумение использовать научную терминологию учебной дисциплины, наличие в ответе грубых, логических ошибок; пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий. 1 (один) балл, не зачтено: отсутствие знаний и (компетенций) в рамках образовательного стандарта высшего образования, отказ от ответа, неявка на аттестацию без уважительной причины. Постановление Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53 «Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования»
---	--

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ПО ФИЗИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ		
Год	Имя	Тема
1901	Эмиль Адольф фон Беринг	«За работу по сывороточной терапии, за её применение при лечении дифтерии, что открыло новые пути в медицинской науке и дало в руки врачей оружие против болезни и смерти»
1902	Рональд Росс	«За работу по малярии, в которой он показал, как возбудитель попадает в организм, и тем самым заложил основу для разработки методов борьбы с малярией»
1903	Нильс Рюберг Финзен	«За лечение волчанки с помощью концентрированного светового излучения»
1904	И. П. Павлов	«За работу по физиологии пищеварения»
1905	Роберт Кох	«За исследования и открытия, касающиеся лечения туберкулеза»
1906	К. Гольджи, С. Рамон-и-Кахаль	«В знак признания трудов о структуре нервной системы»
1907	Шарль Луи Альфонс Лаверан	«За исследование роли простейших в заболеваниях»
1908	И. И. Мечников, Пауль Эрлих	«За труды по иммунитету»
1909	Эмиль Теодор Кохер	«За работы в области физиологии, патологии и хирургии щитовидной железы»
1910	Альбрехт Коссель	«За вклад в изучение химии клетки, внесенный исследованиями белков, включая нуклеиновые вещества»
1911	Альвар Гульстранд	«За работу по диоптрике глаза»
1912	Алексис Каррель	«За признание работы по сосудистому шву и трансплантации кровеносных сосудов и органов»
1913	Шарль Рише	«В знак признания его работ по анафилаксии»
1914	Роберт Барани	«За работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата»
1915		Премия не присуждалась
1916		Премия не присуждалась
1917		Премия не присуждалась
1918		Премия не присуждалась
1919	Жюль Борде	«За открытия, связанные с иммунитетом»
1920	Август Крөг	«За открытие механизма регуляции просвета капилляров»
1921		Премия не присуждалась
1922	Арчибалд Хилл, Отто Мейергоф	«За открытия в области теплообразования в мышце». «За открытие взаимосвязи между поглощением кислорода и метаболизмом молочной кислоты в мышце»
1923	Ф. Бантинг, Джон Маклеод	«За открытие инсулина»
1924	Виллем Эйнтховен	«За открытие механизма электрокардиограммы»
1925		Премия не присуждалась
1926	Йоханнес Фибигер	«За открытие карциномы, вызываемой Spiroptera»
1927	Юлиус Вагнер-Яурегг	«За открытие терапевтического эффекта заражения малярией при лечении прогрессивного паралича»
1928	Шарль Николь	«Установление переносчика сыпного тифа – платяной вши»

Год	Имя	Тема
1929	Христиан Эйкман, Фредерик Гоулленд Хопкинс	«За вклад в открытие витаминов». «За открытие витаминов, стимулирующих процессы роста»
1930	Карл Ландштейнер	«За открытие групп крови человека»
1931	Отто Генрих Варбург	«За открытие природы и механизма действия дыхательного фермента»
1932	Ч. Скотт Шеррингтон, Э. Дуглас Эдриан	«За открытия, касающиеся функций нейронов»
1933	Томас Хант Морган	«За открытия, связанные с ролью хромосом в наследственности»
1934	Дж. Уипл, Дж. Майнот, У. Мёрфи	«За открытия, связанные с применением печени в лечении пернициозной анемии»
1935	Ханс Шпеман	«За открытие организующих эффектов в эмбриональном развитии»
1936	Генри Дейл, Отто Лёви	«За открытия, связанные с химической передачей нервных импульсов»
1937	Альберт Сент-Дьёрди	«За открытия в области процессов биологического окисления, связанные в особенности с изучением витамина С и катализа фумаровой кислоты»
1938	Корней Хейманс	«За открытие роли синусного и аортального механизмов в регуляции дыхания»
1939	Герхард Домагк	«За открытие антибактериального эффекта протозола»
1940		Премия не присуждалась
1941		Премия не присуждалась
1942		Премия не присуждалась
1943	Хенрик Карл Петер Дам, Эдуард Адальберт Дойзи	«За открытие витамина К». «За открытие химической структуры витамина К»
1944	Дж. Эрлангер, Г. Спенсер Гассер	«За открытия высокодифференцированных функций отдельных нервных волокон»
1945	А. Флеминг, Э.Борис Чейн, Х. Уолтер Флори	«За открытие пенициллина и его действия при различных инфекционных болезнях»
1946	Герман Джозеф Мёллер	«За открытие появления мутаций под влиянием рентгеновского облучения»
1947	К. Фердинанд Кори, Г. Тереза Кори, Бернардо Альберто Усай	«За открытие каталитического превращения гликогена». «За открытие роли гормонов передней доли гипофиза в метаболизме глюкозы»
1948	Пауль Герман Мюллер	«За открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда»
1949	Уолтер Гесс, Эгаш Мониш	«За открытие роли промежуточного мозга как координатора активности внутренних органов». «За открытие терапевтического действия лейкотомии при некоторых психических заболеваниях»
1950	Э.Кендалл, Т. Рейхштейн, Ф. Хенч	«За открытия структуры и биологических эффектов гормонов коры надпочечников»
1951	Макс Тейлер	«За открытия, связанные с желтой лихорадкой, и борьбу с ней»
1952	Зельман Ваксман	«За открытие стрептомицина, первого антибиотика, эффективного при лечении туберкулеза»
1953	Ханс Адольф Кребс, Фриц Альберт Липман	«За открытие цикла лимонной кислоты». «За открытие кофермента А и его значения для промежуточных стадий метаболизма»
1954	Д. Эндерс, Т. Уэллер, Ф. Роббинс	«За открытие способности вируса полиомиелита расти в культурах различных тканей»

Год	Имя	Тема
1955	Хуго Теорелль	«За открытия природы и механизма действия окислительных ферментов»
1956	А.Курнан, В. Форсман, Д. Ричардс	«За открытия катетеризации сердца и патологических изменений в системе кровообращения»
1957	Даниеле Бове	«За открытия синтетических соединений, блокирующих действие некоторых веществ организма, и за обнаружение их действия на сосудистую систему и мышцы»
1958	Дж. Бидл, Э.Тейтем Дж. Ледерберг	«За открытия роли генов в специфических биохимических процессах» «За открытия генетической рекомбинации и организации генетического материала у бактерий»
1959	Северо Очоа, А. Корнберг	«За открытие механизмов биологического синтеза РНК и ДНК»
1960	М. Бёрнет, П. Брайан Медавар	«За открытие искусственной иммунной толерантности (переносимости)»
1961	Георг Бекеши	«За открытие физических механизмов восприятия раздражения улиткой»
1962	Ф. Крик, Дж. Уотсон, М. Уилкинс	«За открытия молекулярной структуры нуклеиновых кислот и их значения для передачи информации в живых системах»
1963	Дж. Эклс, А. Ходжкин, Э. Филдинг Хаксли	«За открытия ионных механизмов возбуждения и торможения в периферических и центральных участках нервных клеток»
1964	Конрад Блох, Феодор Линен	«За открытия механизмов и регуляции обмена холестерина и жирных кислот»
1965	Ф. Жакоб, Андре Львов, Ж. Моно	«За открытия, касающиеся генетического контроля синтеза ферментов и вирусов»
1966	Фрэнсис Пейтон Роус Чарлз Брентон Хаггинс	«За открытие онкогенных вирусов». «За открытия, касающиеся гормонального лечения рака предстательной железы»
1967	Рагнар Гранит, Кеффер Хартлайн, Джордж Уолд	«За открытия, связанные с первичными физиологическими и химическими зрительными процессами, происходящими в глазу»
1968	Р. Холли, Х. Гобинд Корана, М. Ниренберг	«За расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков»
1969	М. Дельбрюк, А.Херши, С. Лурия	«За открытия, касающиеся механизма репликации и генетической структуры вирусов»
1970	Бернард Кац, Ульф фон Ойлер, Джулиус Аксельрод	«За открытия, касающиеся гуморальных передатчиков в нервных окончаниях и механизмов их хранения, выделения и инактивации»
1971	Эрл Сазерленд	«За открытия, касающиеся механизмов действия гормонов»
1972	Джералд Эдельман, Родни Портер	«За открытия, касающиеся химической структуры антител»
1973	К. фон Фриш, К.Лоренц, Н. Тинберген	«За открытия моделей индивидуального и группового поведения животных»
1974	А. Клод, Кр. де Дюв, Дж. Паладе	«За открытия, касающиеся структурной и функциональной организации клетки»
1975	Д. Балтимор, Р. Дульбекко, Х. Темин	«За открытия взаимодействия между онкогенными вирусами и генетическим материалом клетки»
1976	Барух Бламберг, Карлтон Гайдюзек	«За открытия новых механизмов происхождения и распространения инфекционных заболеваний»
1977	Роже Гиймен, Эндрю Шалли Розалин Сасмен Ялоу	«За открытия, связанные с секрецией пептидных гормонов мозга». «За развитие радиоиммунологических методов определения пептидных гормонов»
1978	В. Арбер, Д. Натанс, Х.Смит	«За обнаружение рестрикционных ферментов и их применение в молекулярной генетике»
1979	Аллан Кормак, Годфри Хаунсфилд	«За разработку компьютерной томографии»

Год	Имя	Тема
1980	Б. Бенасерраф, Ж.Доссе, Дж. Снелл	«За открытия генетически структур на клеточной поверхности, регулирующих иммунные реакции»
1981	Роджер Сперри Д. Хьюбел, Торстен Визел	«За открытия, касающиеся функциональной специализации полушарий головного мозга». «За открытия, касающиеся принципов переработки информации в нейронных структурах»
1982	С. Бергстрём, Б. Самуэльсон, Дж. Вейн	«За открытия простагландинов и близких к ним биологически активных веществ»
1983	Барбара Мак-Клинтон	«За открытие транспозирующих генетических систем»
1984	Н. Ерне, Г. Кёлер, С. Мильштейн	«За открытие и разработку принципов выработки моноклональных антител»
1985	Майкл Браун, Джозеф Голдштейн	«За открытия обмена холестерина и лечения нарушений уровня холестерина в крови»
1986	С. Коэн, Рита Леви-Монтальчини	«За открытия, имеющие значение для раскрытия механизмов регуляции роста клеток и органов»
1987	Судзуми Тонегава	«За открытие генетического принципа для генерации разнообразности антител»
1988	Дж. Блэк, Г. Элайон, Дж.Хитчингс	«За открытие важных принципов лекарственной терапии»
1989	Дж. Майкл Бишоп, Харолд Вармус	«За открытие клеточной природы ретровирусных онкогенов»
1990	Дж. Марри, Эдуард Донналл Томас	«За открытия, касающиеся трансплантации органов и клеток при лечении болезней»
1991	Эрвин Неэр, Берт Закман	«За открытия, касающиеся функций одиночных ионных каналов в клетках»
1992	Эдмонд Фишер, Эдвин Кребс	«За открытия обратимой белковой фосфорилиции как механизма биологической регуляции»
1993	Ричард Робертс, Филлип Шарп	«За открытие, независимо друг от друга, прерывистой структуры гена»
1994	Альфред Гилман, Мартин Родбелл	«За открытие G-протеинов и роли этих протеинов в сигнальной трансдукции в клетке»
1995	Э.Льюис, К. Ньюслайн-Фольхард, Э. Вишаус	«За открытия генетического контроля на ранней стадии эмбрионального развития»
1996	П. Доэрти, Р. Цинкернагель	«За открытия способности иммунной системы человека выявлять клетки, пораженные вирусом»
1997	Стенли Прузинер	«За открытие прионов, нового биологического принципа инфекции»
1998	Р. Ферчготт, Л. Игнаро, Ф. Мурад	«За открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы»
1999	Гюнтер Блобель	«За обнаружение в белковых молекулах сигнальных аминокислот последовательностей, ответственных за адресный транспорт белков в клетке»
2000	Арвид Карлссон, Пол Грингард, Эрик Кандел	«За открытие нейромедиатора допамина и его роли для контроля двигательных функций у человека». «За открытие механизма действия допамина и других нейромедиаторов». «За открытие молекулярных механизмов работы синапсов»
2001	Л. Хартвелл, Т. Хант, П. Нерс	«За открытие ключевых регуляторов клеточного цикла»
2002	С. Бреннер, Р. Хорвиц, Дж.Салстон	«За открытия в области генетического регулирования развития человеческих органов»
2003	Пол Лотербур, Питер Мэнсфилд	«За изобретение метода магнитно-резонансной томографии»
2004	Ричард Эксел, Линда Бак	«За исследования обонятельных рецепторов и организации системы органов обоняния»
2005	Барри Маршалл, Робин Уоррен	«За изучение влияния бактерии <i>Helicobacter pylori</i> на возникновение гастрита и язвы желудка и двенадцатиперстной кишки»
2006	Эндрю Файер, Крейг Мелло	«За открытие РНК-интерференции – эффекта гашения активности определенных генов»

Год	Имя	Тема
2007	М. Капекки, О. Смитис, М. Эванс	«За открытие принципов введения специфических генных модификаций в организм мышей посредством эмбриональных стволовых клеток (открытие метода нокаута генов)»
2008	Харалд цур Хаузен, Ф. Барре-Синусси, Люк Монтанье	«За открытие вируса папилломы шейки матки». «За открытие ВИЧ»
2009	Э. Блэкберн, К. Грейдер, Дж.Шостак	«За открытие того, как теломеры и теломераза защищают хромосомы от укорачивания при делении»
2010	Роберт Эдвардс	«За исследования проблем бесплодия и разработку метода экстракорпорального оплодотворения»
2011	Брюс Бойтлер, Жюль Хоффманн, Ральф Штайнман	«За открытие в области врожденного иммунитета». «За открытие роли дендритных клеток в приобретенном иммунитете»
2012	Джон Б. Гердон, Шинья Яманака	«За открытие индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (иПСК)»
2013	Т. Зюдхоф, Р. Шекман, Дж. Ротман	«За исследование механизмов, регулирующих везикулярный транспорт»
2014	Дж. О'Киф, М. Мозер, Э. Мозер	«За открытие клеток навигационной системы мозга»
2015	У.Кембелл, С. Омура, Юю Ту	«За лечение филяриатозов». «За лечение малярии»
2016	Ёсинори Осуми	«За открытие аутофагии – процесса переработки и реутилизации клеточных компонентов»
2017	Джефффри Холл, Майкл Росбаш, Майкл Янг	«За открытия молекулярных механизмов, контролирующих циркадные ритмы»
2018	Джеймс Эллисон и Тасука Хондзё	«За новый метод иммунотерапии рака»
2019	Уильям Кэлин, Грегг Семенза, Питер Рэтклифф	«За открытие механизмов, посредством которых клетки воспринимают доступность кислорода и адаптируются к ней»
2020	Харви Джей Алтер, Майкл Хаутон, Чарльз Райс	«За открытие вируса гепатита С»
2021	Дэвид Джулиус, Ардем Патапутян	«За открытие рецепторов температуры и прикосновения»
2022	Сванте Паабо	«За открытия, связанные с геномами вымерших гоминид и эволюцией человека»
2023	Каталин Карико, Дрю Вайсман	«За открытия, касающиеся модификаций нуклеозидных оснований, которые позволили разработать эффективные мРНК-вакцины против COVID-19»
2024	Виктор Эмброс, Гэри Равкан	«За открытие микроРНК и ее роли в посттранскрипционной регуляции генов»
2025		

**Занятие № 1. МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ КАК НАУКА, ЕЁ РОЛЬ В ПОДГОТОВКЕ ВРАЧА.
ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ЦИТОЛОГИИ**

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить задачи биологии в подготовке врача, особенности человека как биологического и социального существа; ознакомиться с методами изучения клетки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Сущность жизни, роль белков и нуклеиновых кислот в организации живых систем. 2. Уровни организации живой материи. 3. Роль биологии в системе медицинского образования. 4. Человек как биологическое и социальное существо. 5. Клеточная теория. 6. Предмет, задачи и методы цитологии (световая, электронная и люминесцентная микроскопия, гистохимический и иммуногистохимический, дифференциальное центрифугирование, автордиография, морфометрия и др.). 7. Метод световой микроскопии. Устройство светового микроскопа. Правила работы с микроскопом. 8. Вирусы. Прокариоты и эукариоты.	5. Капсид — 6. Клетка — 7. Прокариоты — 8. Разрешающая способность микроскопа —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Бактериофаг (фаг) — 2. Биополимер — 3. Вирин — 4. Жизнь —	9. Флуоресцентный краситель — 10. Фокусное расстояние — 11. Цитология — 12. Эукариоты —

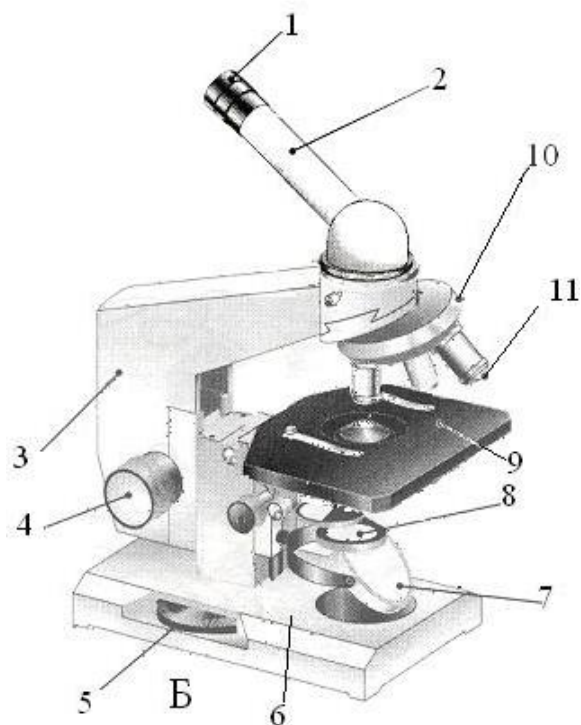


Рис. 1. Устройство светового микроскопа БИОЛАМ:

- 1 — окуляр;
- 2 — тубус;
- 3 — тубусодержатель;
- 4 — макрометрический винт;
- 5 — микрометрический винт;
- 6 — подставка;
- 7 — зеркало;
- 8 — конденсор, ирисовая диафрагма и светофильтр;
- 9 — предметный столик;
- 10 — револьверное устройство;
- 11 — объектив

ПРАВИЛА РАБОТЫ С МИКРОСКОПОМ НА МАЛОМ УВЕЛИЧЕНИИ (7×8)

1. На рабочем месте микроскоп устанавливают колонкой к себе, а зеркалом (его плоской стороной) к источнику света; примерно на ширину ладони от края стола.
2. Вращая *макрометрический* винт, устанавливают объективы на 2–3 см от поверхности предметного столика.
3. Проверяют установку объектива *малого увеличения* ($8\times$) «на щелчок»: он должен быть зафиксированным в положении напротив отверстия в предметном столике.
4. Перемещают конденсор в среднее положение и полностью открывают диафрагму.
5. *Глядя в окуляр*, направляют поверхность зеркала на источник света, чтобы осветить *поле зрения*. При правильно настроенном микроскопе поле зрения выглядит как *равномерно и ярко светящийся круг*.
6. Помещают микропрепарат на предметный столик *покрывным стеклом вверх* (!).
7. *Глядя со стороны* (!), *макрометрическим* винтом опускают объектив до расстояния 0,5 см от поверхности микропрепарата.
8. *Глядя в окуляр*, и медленно вращая *макрометрический винт «на себя»* (!), получают изображение объекта; вращая в ту и другую стороны макровинт добиваются его четкого изображения.
9. Изучают объект. Перемещение микропрепарата под объективом производят с помощью координатных винтов столика.

Примечания

- ✓ Покровное стекло микропрепарата часто загрязняется отпечатками пальцев и пылью, поэтому предварительно его рекомендуется протереть чистой мягкой тряпочкой.
- ✓ Фокусное расстояние объектива $8\times$ составляет *примерно 1 см*. Если вы его «прошли», то п.п. 7 и 8 придется повторить.
- ✓ Если объект настолько мал, что его практически не видно, то сфокусировать оптику можно *на край покрывного стекла*. Получив четкое изображение края стекла, далее перемещаются на рабочее поле в поисках объекта.

ПРАВИЛА РАБОТЫ С МИКРОСКОПОМ НА БОЛЬШОМ УВЕЛИЧЕНИИ (7 × 40)

1. Получают четкое изображение объекта на *малом увеличении* (см. выше).
2. Интересующий участок микропрепарата *центрируют* — передвигают в центр поля зрения.
3. Поворотом револьвера переводят *до щелчка* объектив *большого увеличения* (40×), устанавливая его напротив микропрепарата.
4. Переводят конденсор в верхнее положение. *Глядя в окуляр*, слегка поворачивают *макрометрический винт «на себя»* (!) до появления изображения.
5. Для получения более четкого изображения используют *микрометрический винт*, вращая его в ту или другую сторону *не более чем на пол-оборота*.
6. Изучают интересующий участок микропрепарата.

Примечания

- ✓ Фокусное расстояние объектива 40× составляет примерно 0,1–0,2 см, поэтому макрометрический винт необходимо вращать *очень медленно и плавно*. При необходимости повторной фокусировки, эту операцию проводят в такой последовательности:
- *глядя сбоку*, макрометрическим винтом *аккуратно* опускают объектив большого увеличения почти до касания поверхности покровного стекла,
 - повторяют действия п.п. 5 и 6.
- ✓ Если объект плохо контрастируется, то для получения четкого изображения нужно прикрыть диафрагму в конденсоре или слегка его опустить.

ПРАВИЛА РАБОТЫ С ИММЕРСИОННЫМ ОБЪЕКТИВОМ (7 × 90)

1. На большом увеличении центрируют интересующий участок микропрепарата. При этом конденсор находится в крайнем верхнем положении, а зеркало направлено на источник света вогнутой стороной.
2. Поворотом револьвера смещают объектив большого увеличения в свободное (нефиксированное) состояние.
3. На покровное стекло микропрепарата наносят каплю иммерсионного масла.
4. Фиксируют иммерсионный объектив над объектом.
5. Наблюдая в окуляр, с помощью макро- и микрометрических винтов добиваются четкого изображения объекта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Найдите соответствие между методом цитологии и его возможностями.

1. Удаление органелл из одной клетки и пересаживание в другую клетку	А. Световая микроскопия
2. Позволяет изучить распределение изучаемого вещества в исследуемом образце	Б. Просвечивающая электронная микроскопия
3. Разделение органелл клетки, выделение из клетки химических веществ с помощью центрифуги	В. Дифференциальное центрифугирование
4. Исследование компонентов клетки с помощью микроскопа, действие которого основано на прохождении света через объект	Г. Гистохимия и иммуногистохимия
5. Изучение химического состава клеток и протекающих в них реакций	Д. Рентгеноструктурный анализ (рентгеновская кристаллография)
6. Установление местонахождения макромолекул цитоплазмы с помощью специальных красителей, либо антител с красителями	Е. Культура клеток
7. Получение информации о строении биологических молекул в их кристалле	Ж. Микрургия
8. Анализ биологических объектов за счет их способности к флуоресценции при облучении светом	З. Сканирующая электронная микроскопия
9. Выращивание отдельных клеток многоклеточных организмов на питательных средах в стерильных условиях	И. Биохимический
10. Исследование ультраструктур клетки с помощью микроскопа, действие которого основано на прохождении пучка электронов	К. Авторадиография
11. Получение объемного изображения исследуемого объекта	Л. Флуоресцентная микроскопия

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Задание 2. Изучите микропрепараты, сделайте обозначения.



Рис. 2. Участок крыла мухи (7 × 8)

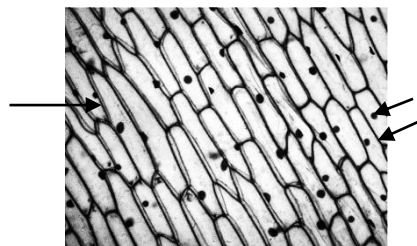


Рис. 3. Клетки кожицы лука (7 × 8):
1 — оболочка; 2 — ядро;
3 — цитоплазма

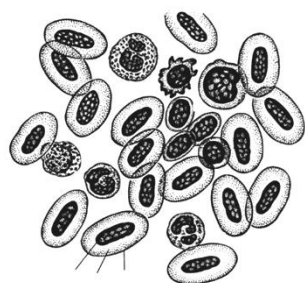


Рис. 4. Кровь лягушки (7 × 40):
1 — оболочка; 2 — цитоплазма;
3 — ядро

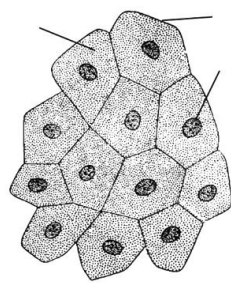


Рис. 5. Эпителий кожи лягушки (7 × 40):
1 — оболочка; 2 — цитоплазма;
3 — ядро

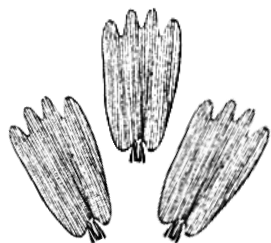


Рис. 6. Чешуя крыла бабочки (7 × 40)

Задание 3. Сделайте подписи к рисункам.

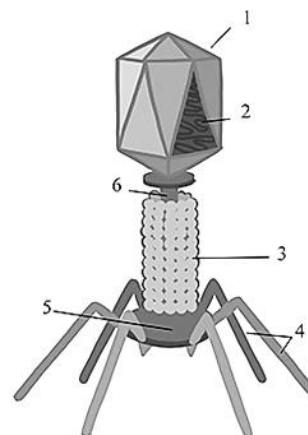


Рис. 7. Схема строения бактериофага:

- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —

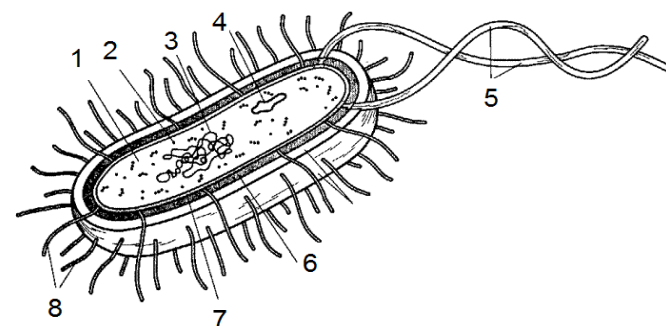


Рис. 8. Схема строения бактерии:

- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —
- 7 —
- 8 —

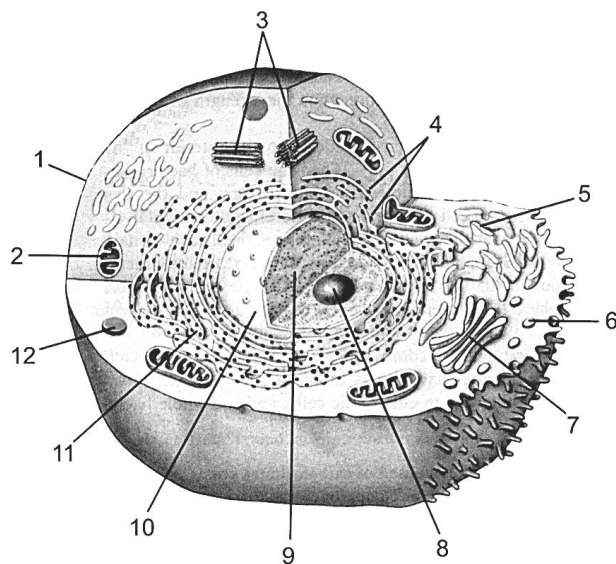
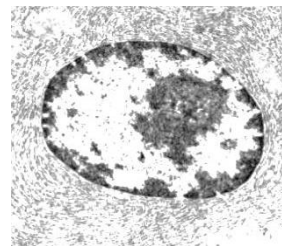


Рис. 9. Строение животной клетки:

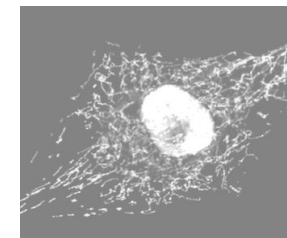
- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —
- 7 —
- 8 —
- 9 —
- 10 —
- 11 —
- 12 —

Задание 4. Установите соответствие между изображением и видом микроскопии, при помощи которой оно получено:

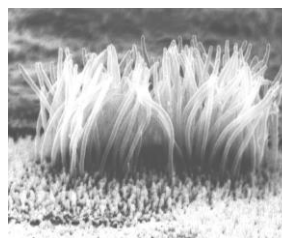
А — стандартная световая микроскопия;
 Б — флуоресцентная микроскопия;
 В — просвечивающая электронная микроскопия;
 Г — сканирующая электронная микроскопия.



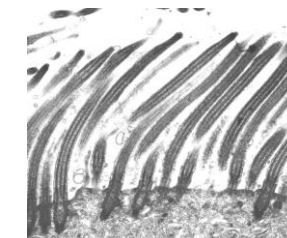
1. Ядро



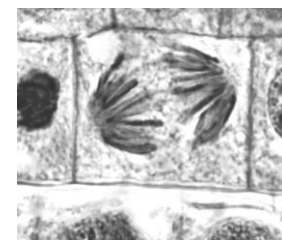
2. Ядро и митохондрии



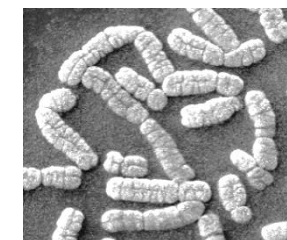
3. Реснички



4. Реснички



5. Анафаза



6. Хромосомы

1	2	3	4	5	6

Задание 5. Заполните таблицу «Сравнительная характеристика прокариот и эукариот».

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Представители		
Наличие ядра (+/–)		
Наличие мембранных органелл (+/–)		
Наличие цитоплазмы (+/–)		
Особенности рибосом		
Наличие плазмалеммы (+/–)		
Особенности цитоскелета		
Особенности строения жгутиков		
Наличие и состав клеточной стенки		
Наличие слизистой капсулы (+/–)		
Многоклеточность		
Типичные размеры		
Особенности метаболизма		
Структурная организация ДНК		
Плоидность		
Способность к фагоцитозу (+/–)		
Основной тип деления клетки		
Половое размножение (+/–)		
		Подпись преподавателя

**Занятие № 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТКИ.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКА ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ**

«___»_____202__ г.

Цель занятия: изучить отличительные признаки про- и эукариотических клеток; анаболическую и катаболическую системы клетки; уметь читать электронограммы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Модели элементарной биологической мембраны. 2. Строение, свойства и функции плазмалеммы. 3. Транспорт веществ через мембрану: пассивный транспорт (диффузия, осмос, облегченная диффузия), активный транспорт (ионные каналы, их функции, эндоцитоз, экзоцитоз). Ионные каналы и их функции. 4. Цитозоль. Цитоскелет: микротрубочки, промежуточные филаменты, микрофиламенты. Внутриклеточный транспорт веществ. 5. Ассимиляция и диссимиляция. Пластический обмен в клетке. Рибосомы. 6. Эндоплазматическая система клетки (мембрана ядра, ЭПС, КГ, лизосомы, пероксисомы, эндосомы, везикулы). 7. Характеристика этапов энергетического обмена в клетке. Митохондрии. Ферментные системы митохондрий. 8. Болезни человека, обусловленные нарушениями на клеточном уровне (лизосомные и пероксисомные).	5. Диктиосома — 6. Динеин — 7. Диссимиляция — 8. Осмос — 9. Пептидогликан (муреин) —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Антипорт — 2. Ассимиляция — 3. Гликолиз — 4. Градиент концентрации —	10. Пероксисомы — 11. Цитозоль — 12. Эндоцитоз —

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Сделайте обозначения на схемах.

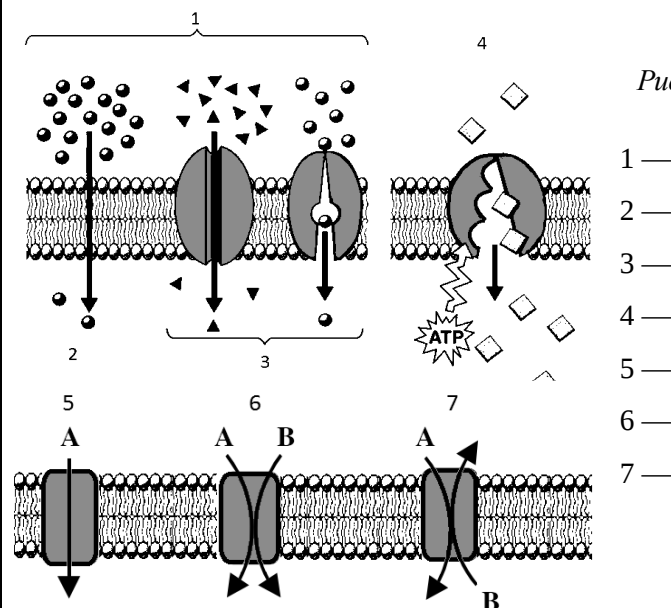


Рис. 1. Виды транспорта через мембрану:

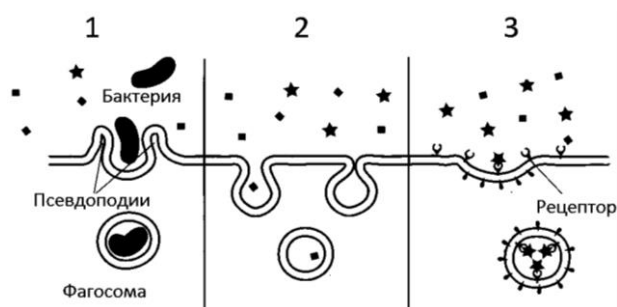
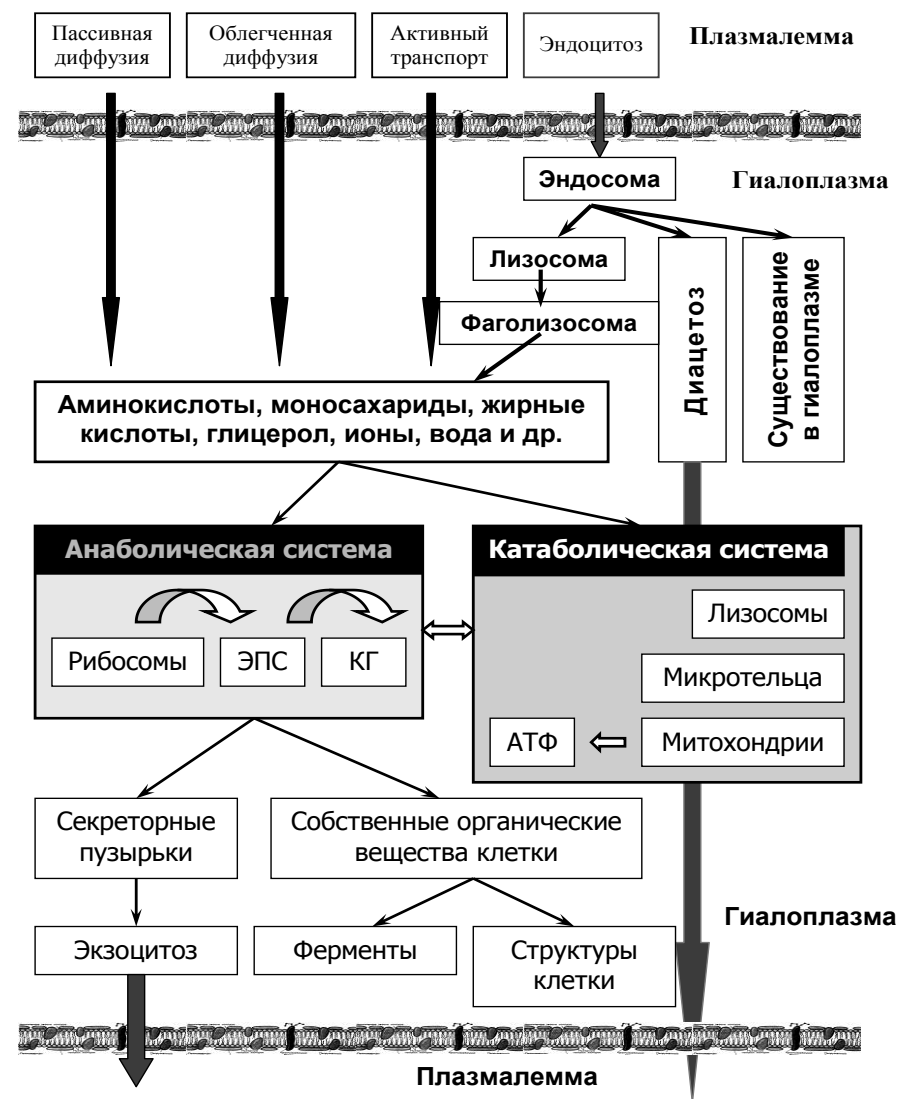


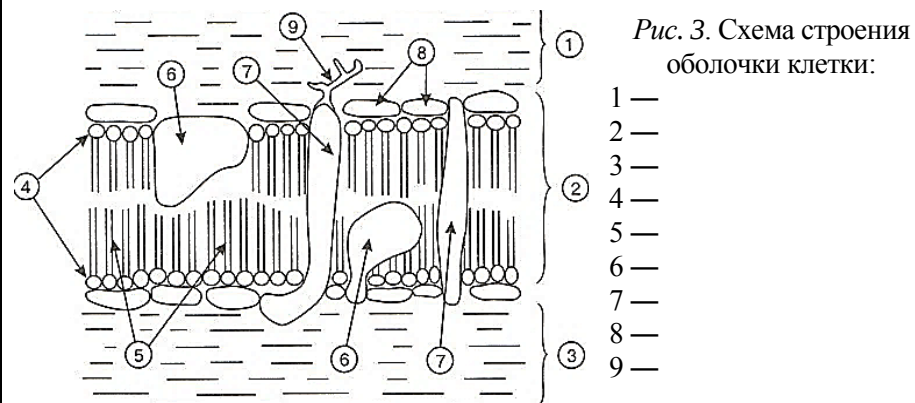
Рис. 2. Виды эндоцитоза:

- 1 —
- 2 —
- 3 —

Задание 2. Изучите схему «Поток вещества в клетке».



Задание 3. Изучите схему, сделайте обозначения.



Задание 4. Заполните таблицу «Этапы энергетического обмена».

Этапы	Место протекания	Исходные продукты	Конечные продукты	Количество АТФ
Подготовительный				
Бескислородный (анаэробный)				
Кислородный (аэробный)				

Задание 5. Изучите таблицу «Строение и функции органелл клетки».

Название	Особенности строения	Функции
Рибосомы	Нет мембраны. Состоят из большой и малой субъединиц. Состав — рРНК и белки.	Синтез белка
Клеточный центр	Нет мембраны. Состоят из центриолей и перикентриольного материала. Центриоли состоят из микротрубочек Белок микротрубочек — тубулин	Центр, от которого происходит нарастание микротрубочек. Микротрубочки участвуют в транспорте вещества в клетке
Лизосомы	Одномембранные пузырьки Содержат гидролитические ферменты	Расщепление биополимеров до мономеров. Утилизация объектов, поглощенных путём фагоцитоза либо старых структур клетки
Гранулярная эндоплазматическая сеть	Одна мембрана, образующая множественные складчатые цистерны. Рибосомы на поверхности	Обработка белков, произведённых рибосомами, их транспорт в отпочковывающихся пузырьках
Гладкая эндоплазматическая сеть	Одна мембрана, образующая множественные трубочки, каналы, пузырьки	Синтез липидов, участие в метаболизме углеводов
Аппарат Гольджи	«Стопка» цистерн. Цистерна представляет собой дискообразную полость, покрытую мембраной	Обработка и сортировка веществ, доставленных в пузырьках из ЭПС, их дальнейший транспорт в аналогичных пузырьках, в т. ч. их выведение из клетки, образование лизосом
Митохондрии	Две мембраны: внутренняя мембрана имеет складки (кристы), имеются несколько копий кольцевой мтДНК, а также собственные рибосомы	Синтез АТФ (аденозинтрифосфата) за счёт окисления органических веществ

Задание 6. Изучите электронограммы, сделайте обозначения.

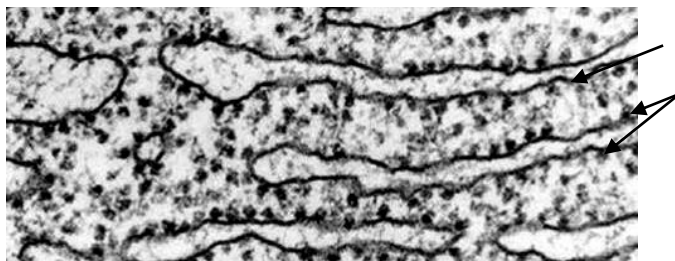


Рис. 4. Гранулярная ЭПС в клетках коры мозжечка:
1 — мембрана; 2 — рибосомы

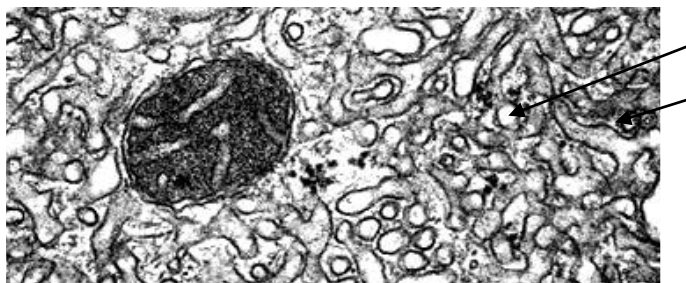


Рис. 5. Гладкая ЭПС в клетках коркового вещества надпочечников:
1 — мембрана; 2 — канал



Рис. 6. Электронограмма комплекса Гольджи:
1 — мембрана; 2 — цистерна; 3 — лизосома; 4 — пузырек



Рис. 7. Электронограмма митохондрии:
1 — наружная мембрана; 2 — внутренняя мембрана; 3 — матрикс;
4 — кристы; 5 — межмембранное пространство

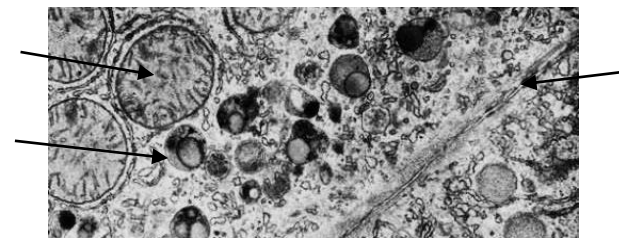


Рис. 8. Электронограмма лизосом в клетках печени:
1 — митохондрия; 2 — лизосома; 3 — плазмалемма

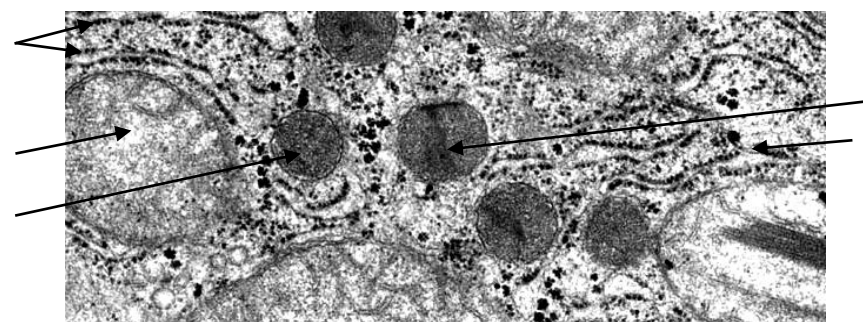


Рис. 9. Электронограмма пероксисом:
1 — митохондрия; 2 — пероксисома; 3 — кристаллизованное ядро
пероксисомы; 4 — эндоплазматическая сеть; 5 — рибосомы

Задание 7. Решите задачи.

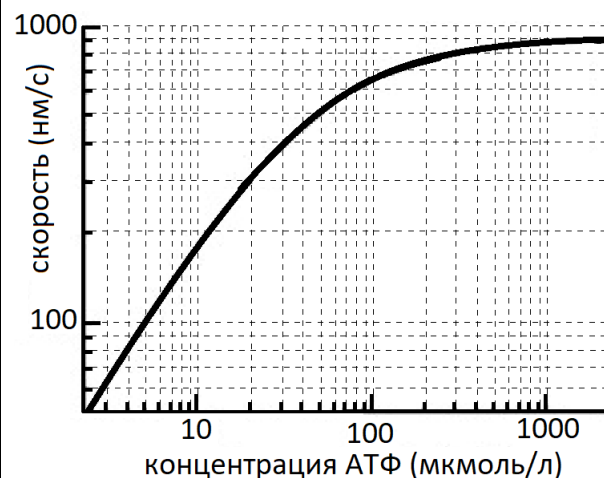
Задача № 1. При поляризации мембраны клетки ионы K^+ и Na^+ быстро перемещаются через мембранный транспортный белок в противоположных направлениях. Какой механизм транспорта обеспечивает перенос K^+ и Na^+ через мембрану?

Задача № 2. Какие свойства мембраны объясняют ее участие в эндоцитозе?

Задача № 3. Участвуют ли митохондрии в биосинтезе белков?

Задача № 4. При беге со средней скоростью за 1 минуту мышцы ног спортсмена расходуют примерно 24 кДж энергии. Определите, сколько потребуется граммов глюкозы при полном ее окислении для энергообеспечения 20 минут бега (M глюкозы = 180 г/Моль). В мышцах утилизация 1 Моль глюкозы позволяет синтезировать 30 Моль АТФ; при окислении 1 Моль АТФ до АДФ высвобождается 30,5 кДж энергии.

Задача № 5. Имеется график изменения скорости передвижения белка кинезина (нм/с) по микротрубочкам в зависимости от концентрации АТФ (мкмоль/л). Известно, что физиологическая концентрация АТФ в клетке определенного организма составляет около 50 мкмоль/л. Один шаг кинезина составляет 8,1 нм и требует гидролиза одной молекулы АТФ. Сколько молекул АТФ должен использовать один такой белок за одну минуту в указанной клетке?



Подпись преподавателя

Занятие № 3. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНОМА

« » 202 Г.

Цель занятия: изучить строение ядра клетки; хромосом, кариотип человека, уровни упаковки генетического материала.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Эволюция понятия «ген».
2. Строение и функции ДНК. Правила Чаргаффа. Доказательства роли ДНК в передаче наследственной информации.
3. Организация наследственного материала у неклоточных и прокариотических форм жизни.
4. Строение и функции ядра клетки.
5. Организации генетического материала эукариот (генный, хромосомный и геномный уровни).
6. Упаковка генетического материала эукариот.
7. Строение метафазной хромосомы. Эухроматин и гетерохроматин. Типы хромосом. Правила хромосом.
8. Кариотип и идиограмма. Классификации хромосом человека.
9. Плазмогены. Цитоплазматическая наследственность.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

1. Геном —
2. Кариотип —
3. Ламины —
4. Нуклеоид —

5. Нуклеотид —
6. Нуклеосома —
7. Сателлит (спутник) —
8. Спеклы —
9. Теломеры —
10. Трансформация —
11. Трансдукция —
12. Центромерный индекс (ЦИ) —
13. Ядрышковый организатор —

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите рисунки, сделайте обозначения.

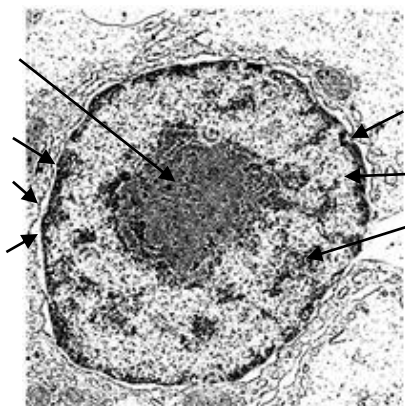
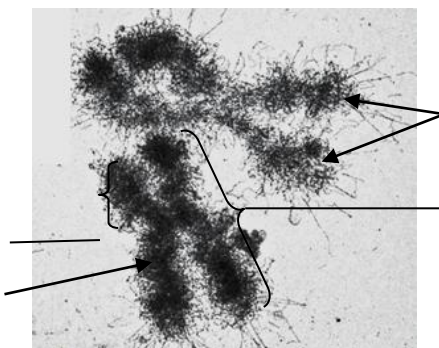


Рис. 1. Электронограмма ядра клетки:

- 1 — наружная мембрана ядерной оболочки;
- 2 — внутренняя мембрана;
- 3 — перинуклеарное пространство;
- 4 — пора;
- 5 — эухроматин;
- 6 — гетерохроматин;
- 7 — ядрышко

Рис. 2. Электронограмма метафазной хромосомы человека:

- 1 — плечо;
- 2 — центромера;
- 3 — хроматида;
- 4 — теломеры



Задание 2. Решите задачи.

Задача № 1. Имеется ДНК, в которой 18 % нуклеотидов содержат азотистое основание цитозин. Определите процентное содержание каждого из трёх остальных видов нуклеотидов, входящих в данную молекулу ДНК.

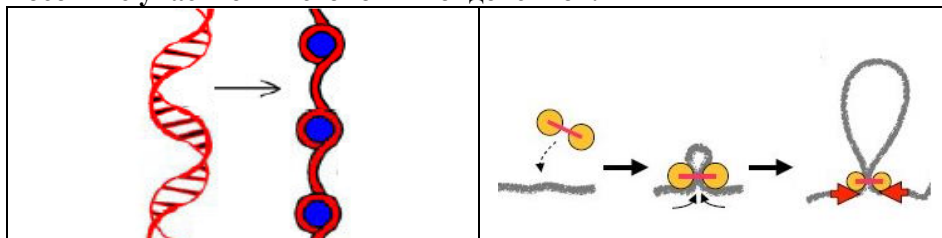
Задача № 2. Установлено, что 950 нуклеотидов во фрагменте ДНК содержат цитозин, что составляет 20 % от всех содержащихся в нём оснований. Определите количество всех видов нуклеотидов в данном фрагменте ДНК.

Задача № 3. В одной из цепей ДНК содержится 16 % аденина, 28 % гуанина и 34 % тимина. Определите процентное содержание пиримидиновых азотистых оснований в комплементарной цепи ДНК.

Задача № 4. Две комплементарные цепи в молекуле ДНК соединяются водородными связями. Определите число нуклеотидов с аденином, тимином, гуанином и цитозином в ДНК, 10 нуклеотидов которой, соединяются между собой двумя водородными связями, а 40 нуклеотидов — тремя водородными связями.

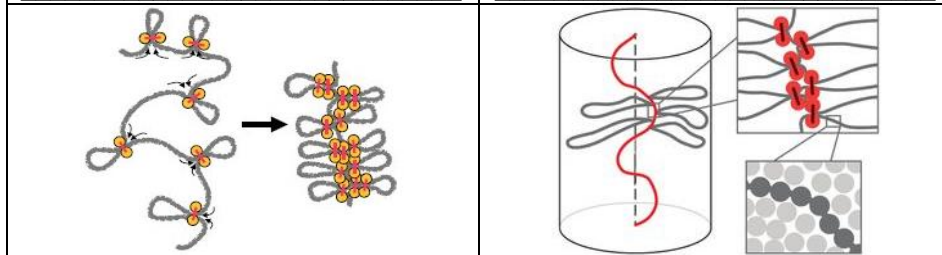
Задача № 5. Фрагмент молекулы ДНК (двойная спираль) имеет длину 51 нм и содержит 60 остатков цитозина. Какое процентное содержание адениловых нуклеотидов в данном фрагменте ДНК, если один виток двойной спирали ДНК содержит 10 пар нуклеотидов и имеет длину 3,4 нм.

Задание 3. Используя рисунки, объясните процесс формирования хромосомы с участием гистонов и конденсинов.



1. _____

2. _____



3. _____

4. _____

Задание 4. Проанализируйте идиограмму (кариотип) человека и заполните таблицу.



Рис. 3. Идиограмма человека

Группы и пары хромосом	ЦИ	Размеры и типы хромосом
A (1-3)		
B (4-5)		
C (6-12, X)		
D (13-15)		
E (16-18)		
F (19-20)		
G (21-22, Y)		

Подпись преподавателя

Занятие № 4. КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

« ____ » _____ 202 ____ Г.

Цель занятия: изучить клеточный цикл и сущность интерфазы, способы деления клеток; уметь делать запись содержания генетического материала в разные периоды интерфазы и на разных стадиях митоза и мейоза.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Клеточный цикл. Интерфаза. 2. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Репликон. 3. Регуляторы клеточного цикла (циклины и циклинзависимые киназы). 4. Виды и типы деления клеток: бинарное деление бактерий, amitoz, митоз, эндомитоз, политения. 5. Митоз: характеристика фаз, распределение генетического материала, биологическое значение. 6. Мейоз, как разновидность митоза: характеристика фаз, распределение генетического материала, биологическое значение. 7. Клеточная пролиферация и гибель клеток. Некроз и апоптоз. Каспазы.	5. Кроссинговер — 6. Клеточный цикл — 7. Лимит Хейфлика — 8. Некроз — 9. Политенные хромосомы — 10. Реплисома — 11. Тубулин — 12. Фрагмент Оказаки — 13. Хиазмы —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Апоптоз — 2. Бивалент — 3. Бинарное деление — 4. Кинетохор —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите рисунки.

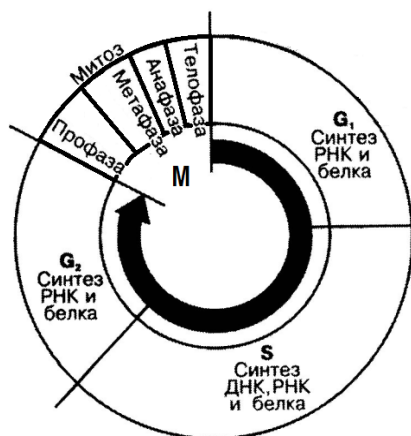


Рис. 1. Схематическое изображение клеточного цикла:

G₁ — пресинтетический период;
S — синтетический период;
G₂ — постсинтетический период;
M — митоз

Рис. 2. Схема клетки в различные периоды фаз митоза:

1–4 — профаза;
5, 6 — прометафаза;
7 — метафаза;
8 — начало анафазы;
9 — анафаза в момент расхождения сестринских хроматид к полюсам;
10, 11 — телофаза;
12 — цитокинез

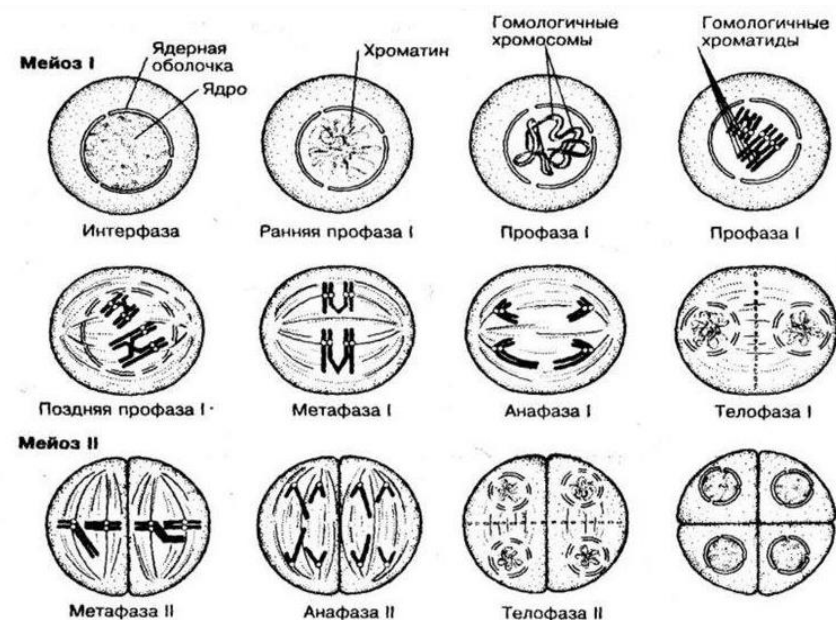
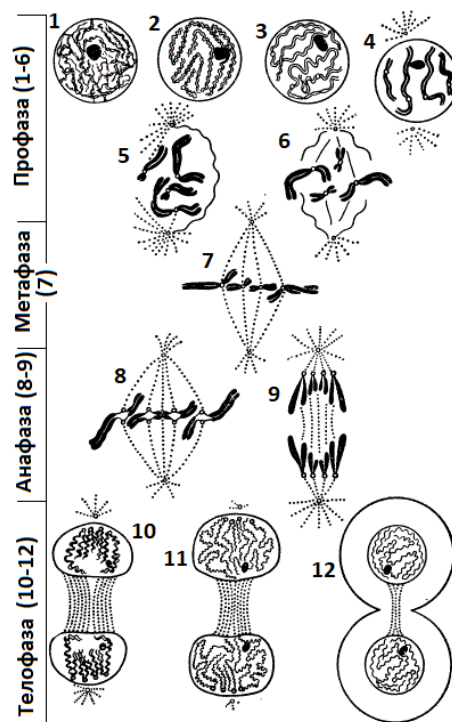


Рис. 3. Мейоз

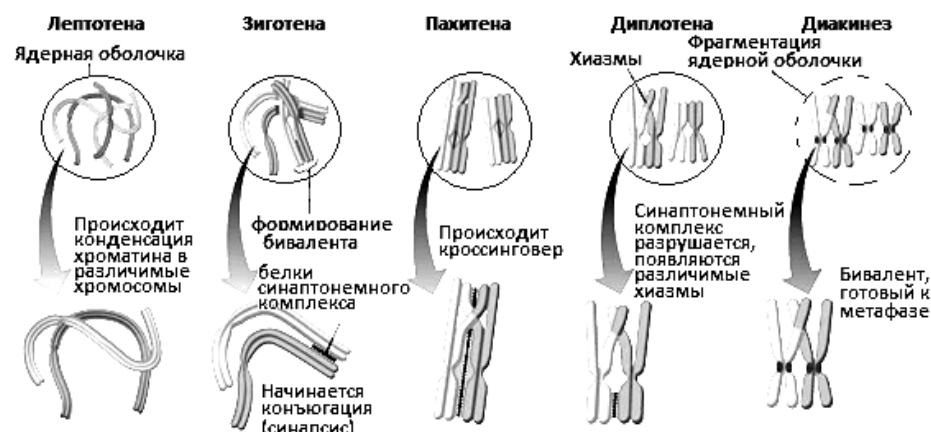
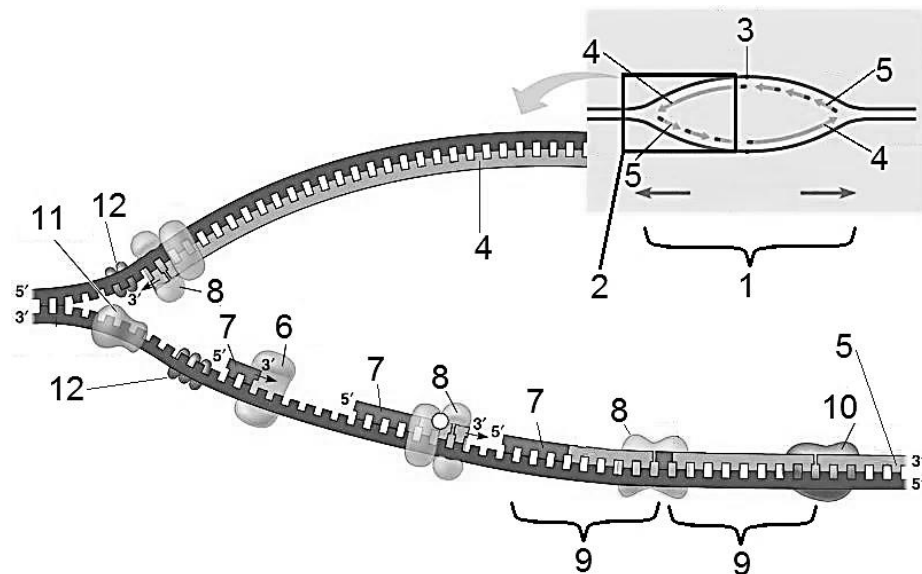


Рис. 4. Стадии профазы мейоза I

Задание 2. Изучите схему репликации, расшифруйте обозначения.



- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —
- 7 —
- 8 —
- 9 —
- 10 —
- 11 —
- 12 —

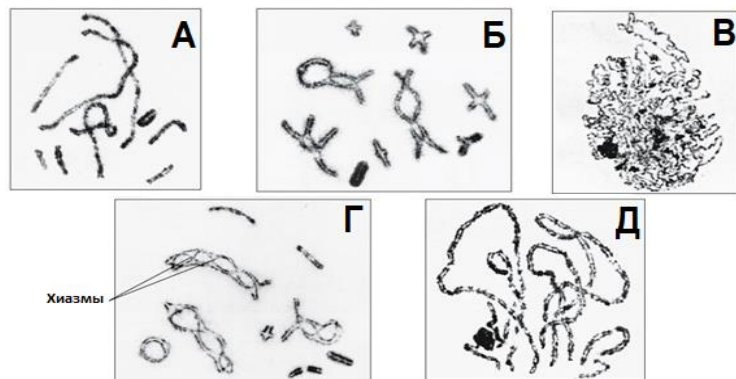
Задание 3. Укажите функции ферментов репликации.

ДНК-полимераза	
Праймаза	
Хеликаза	
Топоизомераза	
Лигаза	

Задание 4. Установите соответствие между белками и выполняемыми ими функциями.

А. Каспазы			1. Образуют ядерный поровый комплекс					
Б. Циклины			2. Образуют нуклеосомы					
В. Когезины			3. Фосфорилируют другие белки, регулируя их активность					
Г. Гистоны			4. Участвуют в процессе гибели клетки путём апоптоза					
Д. Киназы			5. Образуют ядерную пластинку					
Е. Конденсины			6. Связывают гомологичные хромосомы					
Ж. Ламины			7. Связывают сестринские хроматиды					
З. Нуклеопорины			8. Регулируют клеточный цикл					
И. Синаптонемный комплекс			9. Участвуют в образовании метафазной хромосомы и образуют её каркас					
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И

Задание 5. Изучите фотографии и определите стадии профазы мейоза I, результаты внесите в таблицу.



	Название стадии	Процессы
А		Происходит кроссинговер
Б		Наблюдается максимальная компактизация хромосом
В		Начинается компактизация хроматина
Г		Синаптонемный комплекс разрушается, появляются хиазмы
Д		Начинается конъюгация (синапсис) хромосом

Задание 6. Решите задачи.

Задача № 1. Рассмотрим гипотетическую ситуацию, когда клетки **А** и **Б** полностью потеряли способность синтезировать ДНК-полимеразу. Какова теоретическая вероятность передачи этой мутации хотя бы одной из дочерних клеток, если она произошла у клетки **А** в период G_1 , а у клетки **Б** — в период G_2 митотического цикла?

Задача № 2. В клетках **А** и **Б** в интерфазе произошла мутация в одном из генов. После митоза клетки **А** обе дочерние клетки получили мутантный ген, а после митоза клетки **Б** мутантный ген оказался в одной из дочерних клеток. Как это можно объяснить?

Задача № 3. Имеется некий ген, включающийся в работу в периоде G_2 . Предположите и обоснуйте возможные последствия для клетки в случае, если данный ген останется неактивным. Может ли это отразиться на ходе митоза?

Задание 7. Впишите в таблицу формулы содержания генетического материала в различные периоды митотического цикла, фазы митоза и мейоза.

Интерфаза I	Митоз	Мейоз I	Мейоз II
I. Пресинтетический (G_1):	А. Профаза:	А. Профаза: • лептотена • зиготена • пахитена • диплотена • диакинез	А. Профаза:
II. Синтетический (S):	Б. Метафаза:		Б. Метафаза:
III. Постсинтетический (G_2):	В. Анафаза:		В. Анафаза:
	Г. Телофаза (цитокинез):	Б. Метафаза:	Г. Телофаза (цитокинез):
		В. Анафаза:	
		Г. Телофаза (цитокинез):	

Подпись преподавателя

Занятие № 5. ПОТОК ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В КЛЕТКЕ

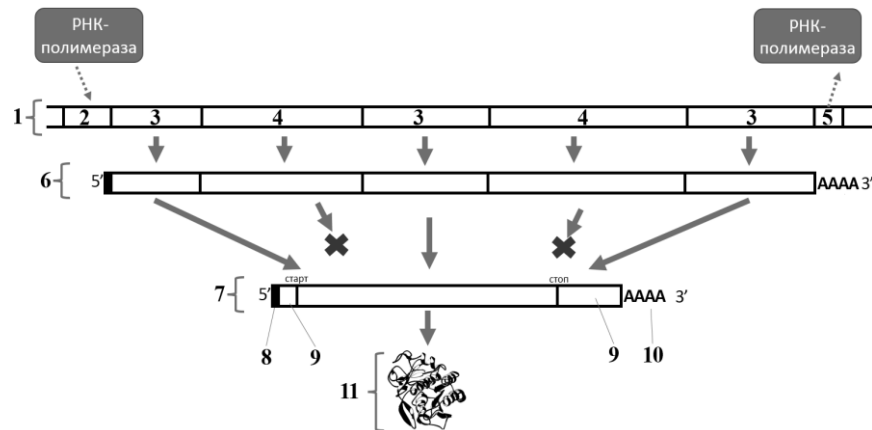
« _ » 202 г.

Цель занятия: изучить первичные функции генов; свойства гена; научиться решать задачи, раскрывающие процессы репликации, транскрипции, трансляции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Центральная догма молекулярной биологии. 2. Ген, его свойства и функции. 3. Рибонуклеиновая кислота, ее виды, функции РНК. 4. Генетический код и его свойства. 5. Транскрипция. Транскрипционные факторы. Синтез мРНК у эукариот: первичный транскрипт, процессинг про-мРНК. 6. Рекогниция. Трансляция: инициация, элонгация и терминация. 7. Посттрансляционные изменения белков, фолдинг белков (шапероны). 8. Утилизация белков в клетке. Протеасомы. Убиквитин.	6. Поли-А хвост — 7. Протеасома — 8. Сплайсосома — 9. Терминатор — 10. Триплетность генетического кода — 11. Убиквитинирование — 12. Факторы транскрипции — 13. Фолдинг белка — 14. Шапероны —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Аминоацил-тРНК синтетаза — 2. Интрон — 3. Вырожденность генетического кода — 4. Кэпирование — 5. Промотор —	

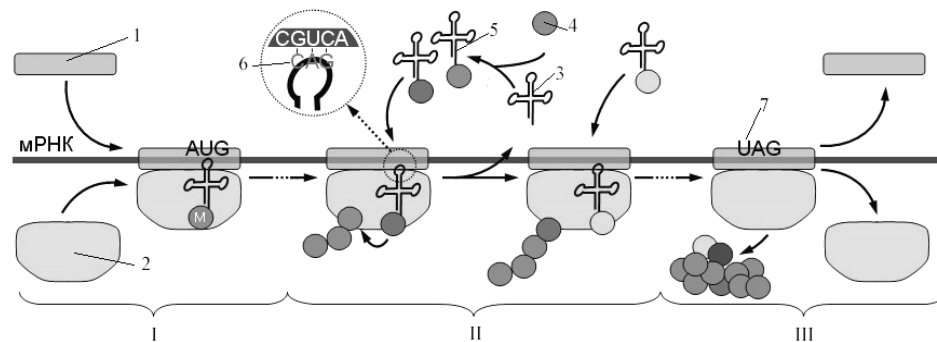
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите схему экспрессии гена, сделайте обозначения.



- 1 —
2 —
3 —
4 —
5 —
6 —
- 7 —
8 —
9 —
10 —
11 —

Задание 2. Изучите схему трансляции, расшифруйте обозначения.



- I —
II —
III —
1 —
2 —
- 3 —
4 —
5 —
6 —
7 —

Задание 3. Решите задачи.

Задача № 1. Дан фрагмент цепи ДНК. Определите последовательность нуклеотидов в комплементарной цепи, кодонов и-РНК, синтезированной на комплементарной цепи, аминокислоты закодированного полипептида.

1-я цепочка ДНК 5' ...ГАГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ... 3'.
2-я цепочка ДНК 3' ...
мРНК 5' ...
аминокислоты белка

		Второе азотистое основание				
Первое азотистое основание	У	фен фен лей лей	сер сер сер сер	тир тир нон нон	цис цис нон три	У Ц А Г
	Ц	лей лей лей лей	про про про про	гис гис гln гln	арг арг арг арг	У Ц А Г
	А	иле иле иле мет	тре тре тре тре	асн асн лиз лиз	сер сер арг арг	У Ц А Г
	Г	вал вал вал вал	ала ала ала ала	асп асп глу глу	гли гли гли гли	У Ц А Г
		Третье азотистое основание				

Задача № 2. Некий белок имеет в своём составе следующую последовательность аминокислот: **-мет-фен-иле-лей-**. Какое число различных вариантов последовательности нуклеотидов ДНК может её кодировать?

Задача № 3. Каждый виток спирали ДНК имеет длину 3,4 нм и содержит 10 пар нуклеотидов. Фрагмент белка состоит из 30 аминокислотных остатков. Какую длину (в нм) имеет участок гена, кодирующий данный фрагмент белка?

Задача № 4. Расстояние между двумя соседними парами нуклеотидов, измеренное вдоль оси двойной спирали ДНК, составляет около $3,4 \times 10^{-10}$ м. Какую длину имеет участок ДНК, кодирующий последовательность из 200 аминокислот?

Задача № 5. Перед вами схема, на которой обозначены экзоны (белые) и интроны (чёрные) гена HBB, кодирующего β -глобин — субъединицу гемоглобина человека. Числами указана длина интронов и экзонов в парах азотистых оснований.

142	113	223	856	263
-----	-----	-----	-----	-----

А. Сколько нуклеотидов содержит мРНК этого гена?

Б. Нетранслируемые области, расположенные у 5' и 3' концов этой мРНК, содержат 50 и 134 нуклеотида соответственно (стоп-кодон не включен в их число). Сколько аминокислот содержит бета-глобин?

Задача № 6. Фрагмент гена инсулина человека содержит 2764 пар оснований (п.о.). Три экзона этого гена содержат 42, 204 и 205 п.о. и заключены между последовательностями, содержащими 904, 179, 787 и 443 п.о. Весь первый экзон и 17 первых пар нуклеотидов второго, а также последние 62 пары третьего экзона не транслируются (стоп-кодон включен в их число). 72 п.о. второго экзона кодируют сигнальную последовательность аминокислот, необходимую для правильного транспорта инсулина в клетке, и удаляемую впоследствии. 25 последних и 80 первых п.о. второго и третьего экзона соответственно кодируют, так называемый, С-пептид, который также будет удален из полипептидной цепи. Сколько аминокислот содержит готовый белок инсулин, кодируемый данным геном? Сколько процентов от всего данного фрагмента гена составляет последовательность, непосредственно кодирующая функциональную молекулу инсулина?

Задача № 7. Одноцепочечная ДНК некоего фага имеет молекулярную массу порядка 10^7 дальтон. Какое максимальное количество белков теоретически может быть закодировано в ней, если принять, что типичный белок этого фага состоит в среднем из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида около 300 дальтон? Некодирующими областями для простоты подсчета можно пренебречь.

Подпись преподавателя

Занятие № 6. РЕГУЛЯЦИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ У ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ

« » 202 г.

Цель занятия: изучить международные научные проекты изучения генома человека; различные механизмы регуляции работы генов и уметь решать типовые задачи по регуляции работы генов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Характеристика генома человека. Избыточность генома, ее значение. 2. Транскриптом, протеом и метаболом человека. 3. Международные научные проекты изучения генома человека: Human genome, ENCODE, Roadmap. 4. Классификация генов (структурные и функциональные, гены домашнего хозяйства и тканеспецифические). 5. Оперон. Лактозный и триптофановый опероны. Полицистронная РНК. 6. Регуляция транскрипции у эукариот: преинициаторный комплекс, энхансеры, сайленсеры. 7. Эпигенетические механизмы регуляции работы генов: модификации гистонов, метилирование цитозина, CpG-островки, регуляторные системы некодирующих РНК.	6. Ремоделирование хроматина — 7. Ретротранспозон — 8. РНК-интерференция — 9. Сателлитная ДНК —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Гены домашнего хозяйства — 2. Метилирование ДНК — 3. Общие факторы транскрипции — 4. Однонуклеотидный полиморфизм — 5. Оперон —	10. Сайленсер — 11. Экспрессия гена — 12. Энхансер — 13. Эпигенетика — 14. CpG-островок —

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите таблицу «Геном человека».

Размер генома (1n)	Около 3 200 000 000 пар оснований
Белок-кодирующие гены	Около 20 000 генов
Гены длинных некодирующих РНК	Около 16 000 генов
Гены коротких некодирующих РНК	Около 7 500 генов
Псевдогены	Около 15 000 генов
По одной из оценок (Laurence A. Moran) геном человека содержит:	
Экзоны белок-кодирующих генов	1 %
Интроны белок-кодирующих генов	22 % без учета других типов последовательностей, содержащихся в интронах
Гены некодирующих РНК	0,6 %
Вероятные гены некодирующих РНК	0,4 %
Интроны генов некодирующих РНК	6 %
Псевдогены	5 %
Функциональные транспозоны	0,1 %
Дефектные транспозоны и их фрагменты	45 %
Вирусные последовательности	0,1 %
Дефектные вирусные последовательности и их фрагменты	9 %
Центромеры	1 %
Теломеры	0,1 %
Точки начала репликации	0,3 %
Области прикрепления скэффолда	0,3 %
Регуляторные последовательности	0,2 %
Ядерная митохондриальная ДНК	0,1 %
Неизвестно	9 %

Задание 2. Сделайте подписи к рисунку.

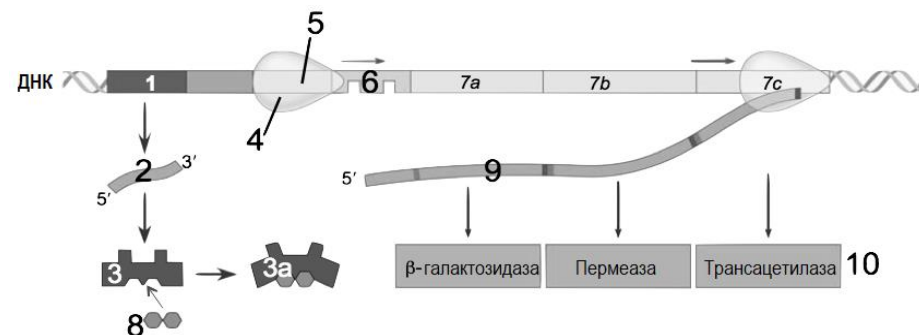


Рис. 1. Схема строения лактозного оперона:

- | | |
|------|------|
| 1 — | 6 — |
| 2 — | 7 — |
| 3 — | 8 — |
| 3a — | 9 — |
| 4 — | 10 — |
| 5 — | |

Задание 3. Решите задачи.

Задача № 1. Расстояние между промотором и терминатором гена составляет 2,7 кб. Ген кодирует белок массой 22 000 Дальтон (масса одной аминокислоты составляет примерно 110 Дальтон). Каков примерный процент экзонов в составе данного гена?

Задача № 2. Известен следующий эксперимент с двумя группами мышей: в первой окрас шерсти был желтым, во второй — тёмным. Данные признаки являлись наследуемыми. Однако было обнаружено, что добавление в рацион беременных мышей с жёлтым окрасом фолиевой кислоты приводит к появлению мышат, имеющих тёмный окрас. Чем это можно объяснить?

Задача № 3. Один из оперонов бактерии содержит 5 генов. Ген **А**, ближайший к промотору, и ген **Б**, расположенный дальше других от промотора, имеют примерно равную длину. Однако было установлено, что белок, кодируемый геном **А**, в среднем появляется в клетке раньше, чем белок, кодируемый геном **Б**. Чем можно объяснить эту разницу?

Задача № 4. Примем условно массу нуклеотида за 1. Определите в условных единицах массу некоего оперона бактерии, в котором промотор, оператор и терминатор содержат по 10 пар нуклеотидов каждый, а каждый из 3 структурных генов кодирует белок, состоящий из 50 аминокислот.

Задание 4. Установите соответствие между терминами и соответствующим им определением.

1. Специфическая структура эпигенетических модификаций, присутствующих в клетке в определенный период времени.	А. Протеом
2. Качественный и количественный набор всех низкомолекулярных молекул, присутствующих в клетке.	Б. Метилом
3. Вся последовательность ДНК, характеризующая вид, организм или определённый тип клеток.	В. Геном
4. Весь набор белков, экспрессируемых в данном типе клеток или в организме, в данный период времени при данных условиях.	Г. Эпигеном
5. Специфический набор транскриптов (молекул РНК), представленный в клетках определенного типа.	Д. Метаболом
6. Определённая картина метилирования ДНК, присутствующая в определённое время в геноме или конкретном типе клеток.	Е. Транскриптом

1	2	3	4	5	6

Задание 5. Обозначьте процессы, способствующие экспрессии генов символом «+», а подавляющие экспрессию — символом «-».

1. Удаление нуклеосом с промотора	
2. Взаимодействие микроРНК (в составе RISC) с мРНК	
3. Ацетилирование гистонов	
4. Удаление поли-А хвоста мРНК	
5. Метилирование гистонов	
6. Взаимодействие преинициаторного комплекса с энхансером	
7. Метилирование цитозина в области промотора	
8. Взаимодействие преинициаторного комплекса с сайленсером	
9. Введение в клетку двуцепочечной РНК с последовательностью гена	

Подпись преподавателя

Цель занятия: изучить методы исследования ДНК, методы секвенирования генома, разновидности полимеразной цепной реакции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Методы исследования ДНК: гель-электрофорез, рестрикционный анализ, гибридизация нуклеиновых кислот, ДНК-микрочипы. 2. ПЦР и ее виды: количественная ПЦР, ПЦР с обратной транскрипцией, мультиплексная ПЦР. 3. Методы секвенирования генома (по Сэнгеру, пиросеквенирование, нанопоровое, бисульфитное).	8. Интеркалирующий краситель — 9. Липкие концы — 10. Праймер —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Амплификатор — 2. Бисульфитное секвенирование — 3. Гель-электрофорез — 4. Гибридизация нуклеиновых кислот — 5. Дидезоксинуклеотид — 6. ДНК-зонд — 7. ДНК-микрочип —	11. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) — 12. Рестрикционный анализ — 13. Рестрикционная карта — 14. Сайты рестрикции — 15. Секвенирование нуклеиновых кислот — 16. Тупые концы —

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите рисунки.

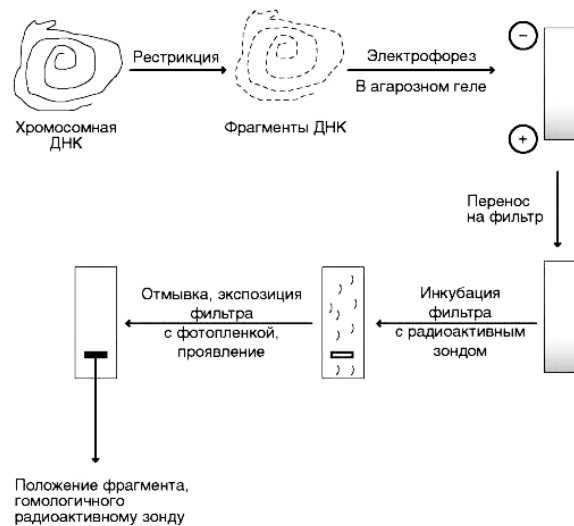


Рис. 1. Схема опыта по анализу фрагментов ДНК

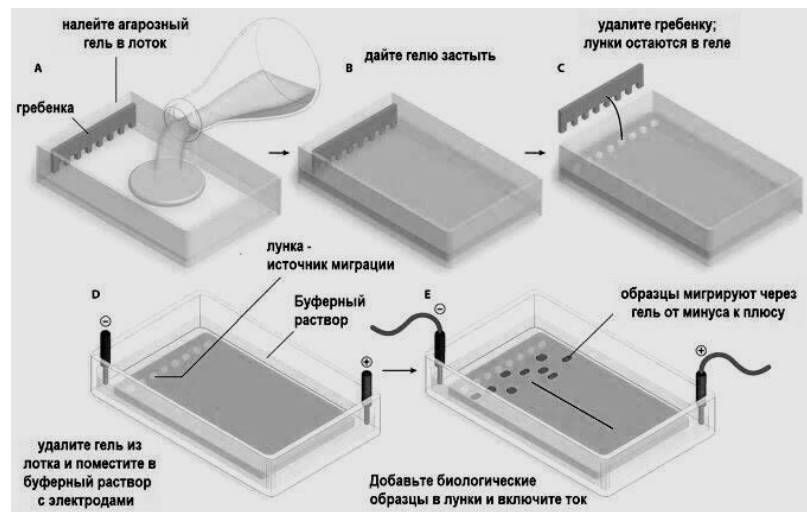


Рис. 2. Гель-электрофорез

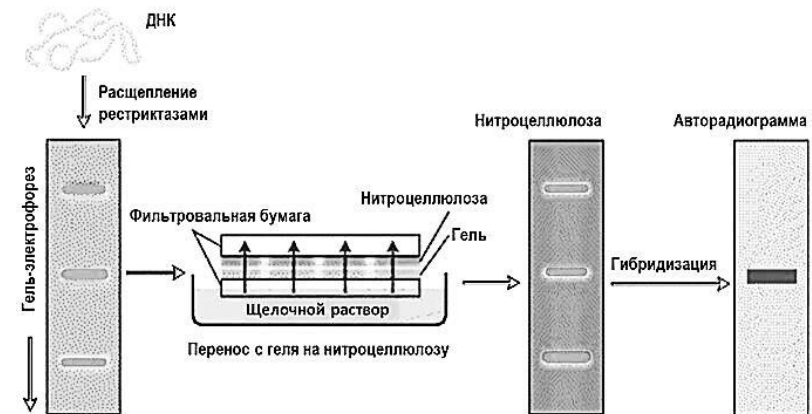


Рис. 3. Саузерн-блоттинг



Рис. 4. Полимеразная цепная реакция

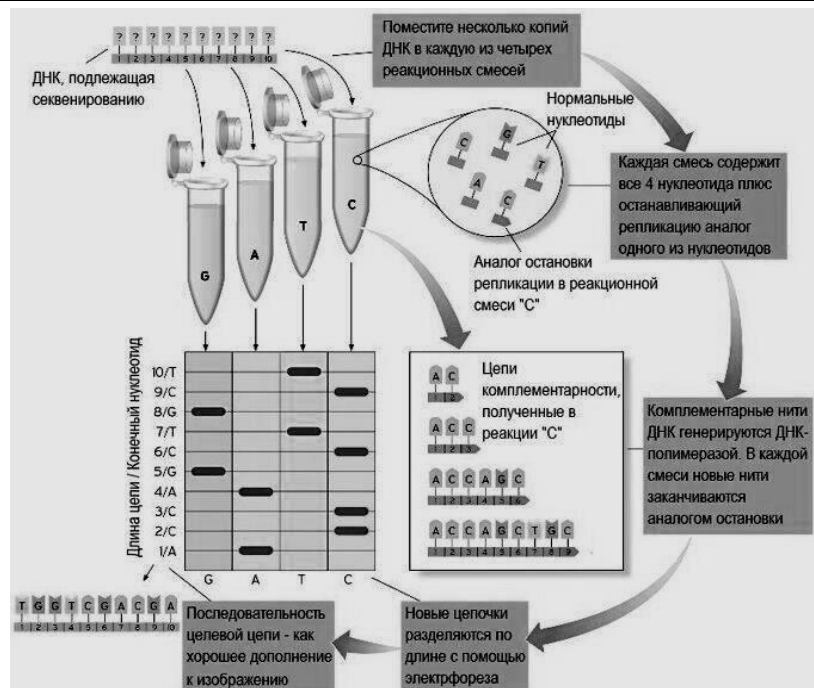


Рис. 5. Секвенирование по Сэнгеру

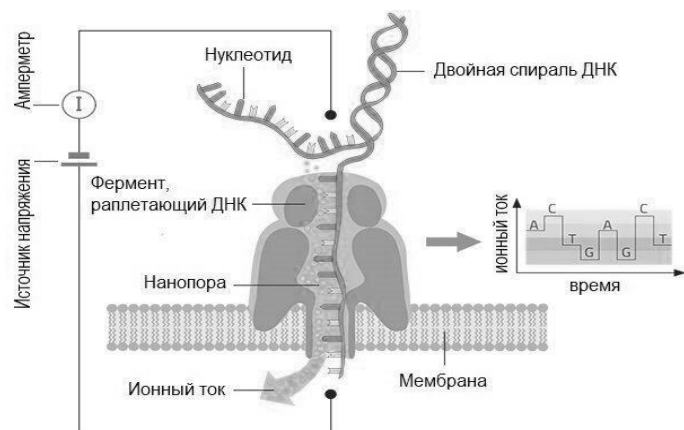
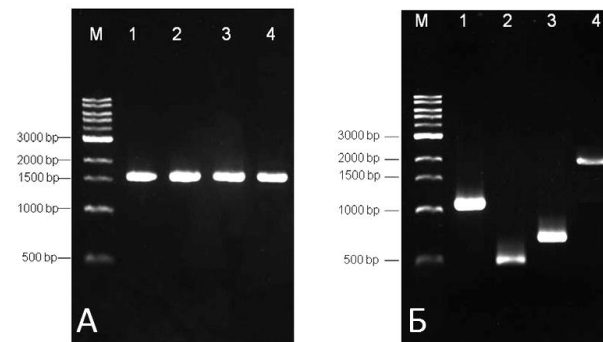


Рис. 6. Нанопоровое секвенирование

Задание 2. Решите задачи.

Задача № 1. На фотографии представлен агарозный гель, в котором визуализирована ДНК после электрофореза. Используя маркер длины (обозначен как М), определите приблизительную длину представленных фрагментов в парах оснований.



А: 1 —
2 —
3 —
4 —

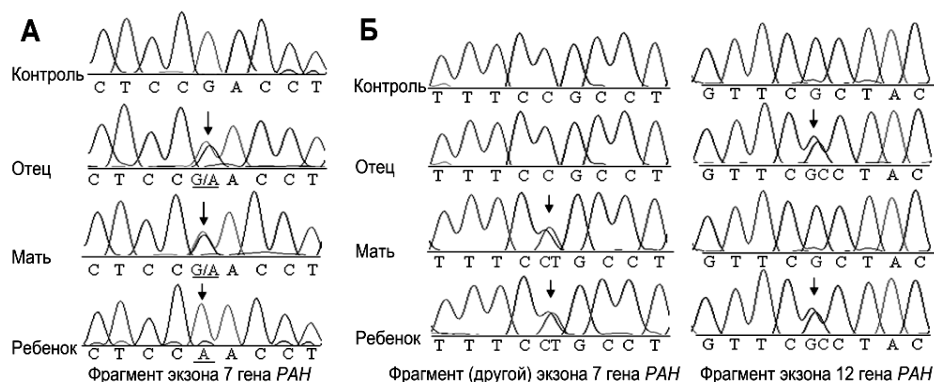
Б: 1 —
2 —
3 —
4 —



Задача № 2. Установлено, что различные мутации в гене, кодирующем трансмембранный белок родопсин, вызывают различные формы наследственного заболевания пигментной ретинопатии, которое характеризуется прогрессирующей потерей зрения. Проведено секвенирование фрагмента ДНК нормального и мутантного гена, ответственного за синтез родопсина (смысловая цепь). Результаты секвенирования представлены на рисунке. Направление движения нуклеотидов обозначено стрелкой. Читать кодоны следует с первого нуклеотида. Определите изменения в белке родопсине, приводящие к пигментной ретинопатии.

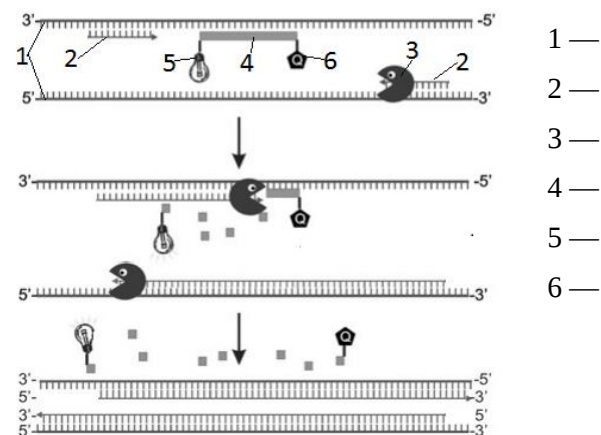
Задача № 3. Теоретически, после каждого цикла ПЦР количество амплифицируемого фрагмента ДНК удваивается. Сколько минут потребуется для получения 1 млн. копий из одной молекулы, если этапы денатурации, гибридизации праймеров и элонгации длятся 15, 30 и 90 секунд соответственно?

Задача № 4. Известно, что мутации в гене *PAH* вызывают фенилкетонурию (аутосомно-рецессивное заболевание). Перед вами результаты секвенирования по Сэнгеру гена *PAH* для двух семей. В семье А. у обоих родителей в экзоне 7 одной из копий гена имеется мутация с.728G>A, т. е. замена 728-го нуклеотида Г на А, делающая ген неработоспособным. В семье Б. у одного родителя одной из копий гена имеется мутация с.721C>T (замена Ц на Т), а у другого — с.1238G>C (замена Г на Ц). Изучите данные рисунка и сделайте вывод о наличии либо отсутствии заболевания у детей в обеих семьях.



Пояснение: контроль — участки гена других лиц без мутаций, необходимые для сравнения; G, C, A, T — латинские обозначения Г, Ц, А, Т, показываемые программой, обрабатывающей данные, полученные в ходе секвенирования; две разные буквы в последовательности (например, G/A) означают, что в одной хромосоме обследованного ген содержит один нуклеотид, а во второй — другой.

Задание 3. Изучите схему количественной ПЦР, сделайте обозначения.



Задание 4. Установите соответствие между методом секвенирования и его характеристикой и внесите соответствующую букву в таблицу:

а) секвенирование по Сэнгеру; б) пиросеквенирование; в) нанопоровое секвенирование; г) бисульфитное секвенирование.

1. Используются дидезоксинуклеотиды	
2. Известен как метод терминации цепи	
3. Основан на измерении силы тока ионов через непроницаемую мембрану	
4. Последовательность нуклеотидов определяется благодаря хемилюминисценции в результате окисления люцеферина	
5. Использует нанопору в специальной мембране	
6. Позволяет выявить метилированный цитозин в ДНК	
7. Последовательность нуклеотидов определяется благодаря различиям в длине синтезированных фрагментов ДНК	

Подпись преподавателя

Занятие № 8. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить основы генной инженерии и клонирования организмов, уметь решать типовые задачи по генной инженерии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Генетическая инженерия: цели, задачи и этапы. 2. Способы получения генов для трансгенеза. 3. Рекомбинантная ДНК. Конструирование векторов, их виды: плазмиды, космиды, фаговые векторы, фазмиды. 4. Введение рекомбинантных ДНК в клетку-реципиент. Отбор трансформированных клеток. Селективные и репортерные гены. 5. Биотехнология, ее значение для медицины. Генетически модифицированные организмы. Продукты питания, содержащие ГМО.	8. Плазмиды — 9. Полилинкер — 10. Рекомбинантная ДНК — 11. Репортерные гены — 12. Рестриктаза (эндонуклеаза рестрикции) — 13. Селективные гены — 14. Трансгенез — 15. Трансдукция — 16. Трансформация — 17. Фазмиды — 18. Челночный вектор —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Биотехнология — 2. Вектор (векторная молекула) — 3. Космиды — 4. Липосомы — 5. Липофекция — 6. Маркерные гены — 7. Микроинъекция —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите таблицу «Рестриктазы и их сайты рестрикции».

№	Рестриктаза	Сайты распознавания и места разреза ДНК
1.	BalI	5' - ТГГ↓ЦЦА-3' 3' - АЦЦ↑ГГТ-5'
2.	BamHI	5' - Г↓ГАТЦЦ-3' 3' - ЦЦТАГ↑Г-5'
3.	EcoRI	5' - Г↓ААТТЦ-3' 3' - ЦТТАА↑Г-5'
4.	HindIII	5' - А↓АГЦТТ-3' 3' - ТТЦГА↑А-5'
5.	SalI	5' - Г↓ТЦГАЦ-3' 3' - ЦАГЦТ↑Г-5'
6.	XbaI	5' - Т↓ЦТАГА-3' 3' - АГАТЦ↑Т-5'
7.	HaeIII	5' - ГГ↓ЦЦ-3' 3' - ЦЦ↑ГГ-5'

Задание 2. Решите задачи.

Задача № 1. Приведены последовательности двух ДНК (по одной цепочке из двуцепочечных молекул). Какую из них может разрезать рестриктаза EcoRI, узнающая последовательность 5'-ГААТТЦ-3'?

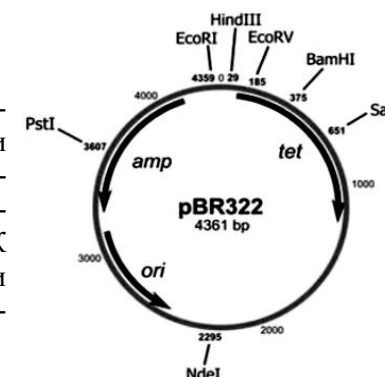
- а) 5'-АЦТЦАГААТТЦАЦТЦГ-3';
б) 5'-ГЦЦТЦАТТЦГААГЦЦТА-3'.

Задача № 2. Имеется фрагмент ДНК из 27 нуклеотидных пар. Какой эндонуклеазой и на сколько частей можно его разрезать?

5' - ЦТГААТТАГГАТЦАГГЦААТАГТГТГ - 3'
3' - ГАЦТТААТЦЦТАГГТЦГТТАТЦАЦА - 5'

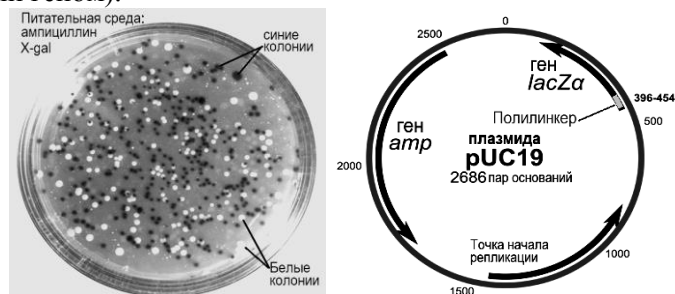
Задача № 3. Эндонуклеаза рестрикции HindIII узнает и разрезает сайт 5' ААГЦТТ 3'. Определите вероятность случайного нахождения такой комбинации нуклеотидов в ДНК неизвестной последовательности и рассчитайте ожидаемую среднюю длину фрагментов, образующихся при ее разрезании

Задача № 4. На рисунке изображена плазмида pBR322. Указаны сайты рестрикции для различных эндонуклеаз и их местоположение. Участок какого из ниже приведенных фрагментов двуцепочечной ДНК можно встроить в плазмиду, при помощи эндонуклеаз, приведенных в таблице «Рестриктазы и их сайты рестрикции»?



- а)
5' - ЦЦГААТТЦАГАТГТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦА - 3'
3' - ГГЦТТААГТЦТАЦАТТЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТ - 5'
- б)
5' - ЦЦТТААГЦТГАГГЦТААГГЦААТАГААГЦААЦАЦАТГ - 3'
3' - ГГААТТЦГАЦТЦГАТТЦГТТАТЦТТЦГТТГТГТАЦ - 5'
- в)
5' - АГГЦЦГАТАЦЦЦГАТАЦТЦГАЦЦГАТАЦТГТАГГЦЦГ - 3'
3' - ТЦЦГГЦТАТГГГЦТАТГАГЦТГГЦТАТГАЦАТЦЦГГЦ - 5'

Задача № 5. Плазмида pUC19 содержит ген устойчивости к антибиотику ампициллину (*amp*), а также ген *lacZa*, позволяющий бактериям производить вещество синего цвета из вещества X-gal. Сайты рестрикции находятся в пределах гена *lacZa*, поэтому вставка фрагмента ДНК в плазмиду нарушает работу этого гена. Благодаря этому можно распознать успешно трансформированные клетки. Бактерии были посеяны на среде, содержащей ампициллин и X-gal. На среде выросли колонии белого и синего цвета (каждая колония — группа бактерий-потомков одной клетки, они имеют одинаковый геном).



1. Какова судьба бактерий, не подвергшиеся трансформации (т. е. без pUC19)?
 2. Какова судьба бактерий, имеющих pUC19, но без желаемого гена?
 3. Колонии какого цвета были успешно генно-модифицированы?
- Объясните свои ответы.

Задание 3. Изучите таблицу «Сравнение векторов для клонирования фрагментов ДНК».

Вектор	Клетка-хозяин	Размер вставки, т.п.н.
Плазмида	<i>E. coli</i>	1–10
Фаг λ	<i>E. coli</i>	5–25
Космиды	<i>E. coli</i>	35–45
Фазмиды	<i>E. coli</i>	20
ВАС (бактериальная искусственная хромосома)	<i>E. coli</i>	50–300
YAC (дрожжевая искусственная хромосома)	<i>S. cerevisiae</i>	100–2000

Задание 4. Сделайте обозначения к рисункам.

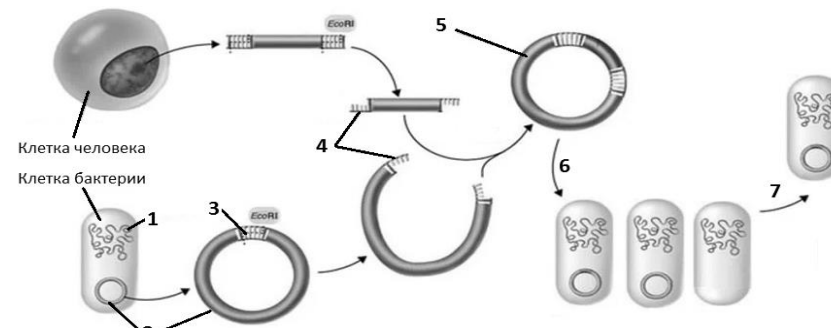


Рис. 1. Клонирование человеческого гена в бактериальных клетках:

- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —
- 7 —



Рис. 2. Генная терапия:

- 1 —
- 2 —
- 3 —
- 4 —
- 5 —
- 6 —

Задание 5. Установите соответствие между термином и его определением.

А. Трансдукция	1. Способность бактерий поглощать ДНК из раствора
Б. Электропорация	2. Введение ДНК в клетку при помощи везикулы, имеющей один или несколько билипидных слоёв
В. Липофекция	3. Перенос рекомбинантной ДНК в бактериальную клетку с помощью бактериофага
Г. Трансформация	4. Непосредственное введение ДНК в ядро эукариотической клетки с помощью тонкой иглы
Д. Микроинъекция	5. Образование временных каналов в мембране под действием электрических разрядов

А	Б	В	Г	Д

Подпись преподавателя

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист) для контроля практических навыков (решение задач) по разделу «Молекулярная биология»
Задание № 1.

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
Итоговая оценка		

		Второе азотистое основание				
Первое азотистое основание		У	Ц	А	Г	
	У	фен	сер	тир	цис	У
		фен	сер	тир	цис	Ц
		лей	сер	нон	нон	А
		лей	сер	нон	три	Г
	Ц	лей	про	гис	арг	У
		лей	про	гис	арг	Ц
		лей	про	гли	арг	А
		лей	про	гли	арг	Г
	А	иле	тре	асн	сер	У
		иле	тре	асн	сер	Ц
		иле	тре	лиз	арг	А
		мет	тре	лиз	арг	Г
	Г	вал	ала	асп	гли	У
		вал	ала	асп	гли	Ц
		вал	ала	глу	гли	А
вал		ала	глу	гли	Г	
Третье азотистое основание						

Задание № 2.

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
	Итоговая оценка	
	Общая оценка практического навыка	
	Преподаватель Дата _____ И.О. Фамилия	

Занятие № 9. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ «__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить закономерности наследования, взаимодействие генов, уметь решать типовые задачи, демонстрирующие указанные генетические закономерности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Генетика как наука. Гибридологический анализ, его сущность. 2. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании. Гипотеза чистоты гамет. 3. Закономерности наследования при полигибридном скрещивании. 4. Анализирующее скрещивание: прямое и обратное. Условия, ограничивающие проявление законов Г. Менделя. Плейотропное действие гена. 5. Внутриааллельное взаимодействие генов (полное и неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование и аллельное исключение). 6. Множественные аллели. Наследование групп крови по системам: АВ0, MN и резус-фактору. 7. Межаллельное взаимодействие генов (комплементарность, эпистаз, полимерия и эффект положения).	6. Гомозиготный организм — 7. Кодоминирование — 8. Комплементарность — 9. Плейотропия — 10. Полимерия — 11. Реципрокное скрещивание — 12. Сверхдоминирование — 13. Фенотип — 14. Фенотипический радикал —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Аллель — 2. Аллельное исключение — 3. Анализирующее скрещивание — 4. Множественный аллелизм — 5. Гетерозиготный организм —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Решите задачи.

Задача № 1. Сколько типов гамет, и какие именно, образуют организмы, имеющие генотипы:

AaBb MMnnRR AaBbCc Aabbccddpp

Задача № 2. Ангиоматоз сетчатки глаза обусловлен доминантным ауто-сомным геном, пенетрантность которого 50 %. Какова вероятность рождения больного ребенка, если оба супруга гетерозиготны?

Задача № 3. Жена имеет группы крови 0(I), Rh-, MN; ее супруг AB(IV) и N группы крови, гомозиготный Rh+. Какое сочетание групп крови по всем системам может быть у их детей?

Наследование групп крови у человека

Признак	Ген	Генотип
Группа крови по системе AB0		
0 (I)	I ⁰	I ⁰ I ⁰
A (II)	I ^A	I ^A I ^A , I ^A I ⁰
B (III)	I ^B	I ^B I ^B , I ^B I ⁰
AB (IV)	I ^A и I ^B	I ^A I ^B
Группа крови по системе MN		
M	L ^M	L ^M L ^M
N	L ^N	L ^N L ^N
MN	L ^M и L ^N	L ^M L ^N
Rh-фактор		
Rh+	D	DD, Dd
Rh-	d	dd

Задача № 4. В одном родильном доме у трех женщин в один день родились сыновья с группами крови I(0) M, III(B) N, II(A) MN. Группы крови родителей II(A) MN и IV(AB) N, II(A) N и III(B) N, II(A) M и II(A) MN. Определите, кто чей ребенок.

Задача № 5. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью; гены, влияющие на развитие этих признаков, находятся в разных хромосомах. Какими могут быть дети, если родители кареглазые правши, гетерозиготные по обоим признакам?

Задача № 6. У человека врожденная глухота может определяться рецессивными генами **d** и **e**. Для нормального слуха необходимо наличие в генотипе обоих доминантных аллелей (**D** и **E**). Определите генотипы родителей, если они оба глухие, а их 7 детей имеют нормальный слух.

Подпись преподавателя

Цель занятия: изучить закономерности наследования при сцеплении генов и генетике пола. Научиться решать типовые задачи, демонстрирующие указанные генетические закономерности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Опыты Т. Моргана. Сцепление генов: полное и неполное. Группы сцепления. 2. Хромосомная теория наследственности 3. Генетические и цитологические карты хромосом. 4. Пол как биологический признак. Ограниченные и контролируемые полом признаки. Признаки, сцепленные с полом и голандрические. 5. Теории определения пола. Дифференцировка и переопределение пола в онтогенезе. Генная регуляция гонадогенеза у человека. 6. Особенности детерминации пола у человека: физикальные, промежуточная и социально-психологические детерминанты. 7. Нарушения формирования пола у человека. Этические и юридические аспекты изменения морфологического и гражданского пола. 8. X-половой хроматин. Гипотеза М. Лайон о женском мозаицизме по половым хромосомам.	6. Голандрические признаки — 7. Кроссоверные гаметы — 8. Мозаичность — 9. Ограниченные полом признаки — 10. Первичные половые признаки — 11. Рекомбинанты — 12. Синдром нечувствительности к андрогенам — 13. Сцепленные гены — 14. Сцепленные с X-хромосомой гены — 15. Тельце Барра —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Гемизиготность — 2. Генетическая карта хромосомы — 3. Генетический пол — 4. Гетерогаметный пол — 5. Гоносомное наследование —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Решите задачи.

Задача № 1. Напишите гаметы и их процентное соотношение для дрозофил с представленными генотипами. Расстояние между сцепленными генами составляет 28 морганид.

1. Самец $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$ 2. Самец $\frac{AB}{ab}$ 3. Самка $\frac{AB}{ab}$ 4. Самка $\frac{AB}{ab} \frac{D}{d}$

Задача № 2. Какова вероятность рождения рецессивных гомозигот в семье людей с указанными ниже генотипами? Расстояние между генами **A** и **B** равно 20 морганидам.

P: $\frac{AB}{ab}$ × $\frac{AB}{ab}$

G: $\bigcirc - \%$ $\bigcirc - \%$
 $\bigcirc - \%$ $\bigcirc - \%$
 $\bigcirc - \%$ $\bigcirc - \%$
 $\bigcirc - \%$ $\bigcirc - \%$

F1:

Задача № 3. Гемофилия — рецессивный сцепленный с полом признак; альтернативным ему признаком является нормальная свертываемость крови. Здоровая женщина, отец которой страдал гемофилией, вышла замуж за здорового мужчину. Какова вероятность наличия гемофилии у мальчиков, рожденных в данной семье? Какова вероятность наличия гемофилии у девочки, рожденной в данной семье?

Задача № 4. У человека ген, доминантная аллель которого вызывает развитие эллиптоцитоза (**El**) и ген, доминантная аллель которого обуславливает наличие резус-антигена в эритроцитах (**D**), располагаются в одной аутосоме на расстоянии 3 морганид. Один из супругов гетерозиготен по обоим признакам. При этом Rh⁺ он унаследовал от одного родителя, а эллиптоцитоз — от другого. Второй супруг резус-отрицательный и имеет нормальные эритроциты. Определите процентное соотношение генотипов и фенотипов детей в этой семье.

Признак	Ген	Генотип	Локализация гена
Rh ⁺	D	D-	Одна аутосома Расстояние D-El = 3 морганиды
Rh ⁻	d	dd	
Эллиптоцитоз	El	El-	
Норма	el	el el	

Задача № 5. Гены, рецессивные аллели которых вызывают развитие гемофилии (**h**) и дальтонизма (**d**), локализованы в X-хромосоме. Расстояние между ними 10 морганид. Женщина, отец которой страдал обоими заболеваниями, а мать случаев этих заболеваний в семье не имела, вышла замуж за здорового мужчину. Определите вероятность рождения ребенка, страдающего: 1) обоими заболеваниями; 2) одним из них; 3) фенотипически здорового.

Подпись преподавателя

Занятие № 11. ИЗМЕНЧИВОСТЬ. МУТАГЕНЕЗ. КАНЦЕРОГЕНЕЗ

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить основные формы изменчивости, их причины, медицинскую и биологическую значимость; знать механизмы генных, хромосомных и геномных мутаций, репарацию генетического материала и биологические основы канцерогенеза.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Изменчивость, ее виды. Фенотипическая изменчивость, фенокопии. 2. Генотипическая изменчивость. Рекомбинации, механизмы их возникновения. 3. Мутационная изменчивость. Генокопии. Причины мутаций: ошибки копирования ДНК, неравный кроссинговер. 4. Физические, химические и биологические мутагенные факторы. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды мутагенами. 5. Классификации мутаций. 6. Устойчивость и репарация генетического материала. Антимутагены. 7. Виды репарации. Виды эксцизионной репарации, репарация двуцепочечных разрывов. Фотореактивация. Роль нарушений механизмов репарации в патологии человека. 8. Канцерогенез, понятие об онкогенах и генах-супрессорах опухолей.	6. Комбинативная изменчивость — 7. Миссенс-мутация — 8. Неравный кроссинговер — 9. Сдвиг рамки считывания — 10. Онкоген — 11. Реципрокная транслокация — 12. Репарация генетического материала — 13. Транзиция — 14. Транверзия — 15. Фенокопия —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Генокопии — 2. Делеция — 3. Дупликация — 4. Инсерция — 5. Канцерогенез —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите рисунки (схемы).

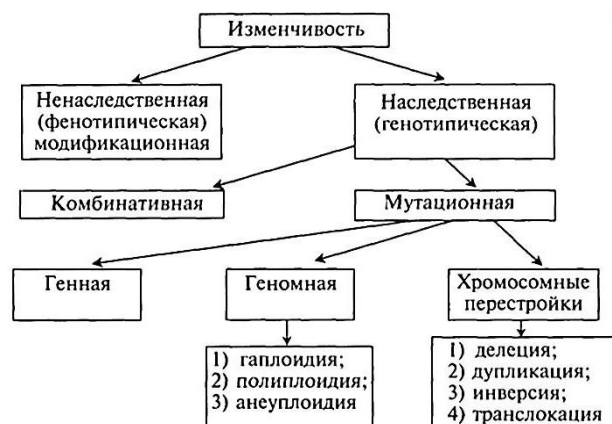


Рис. 1. Виды изменчивости

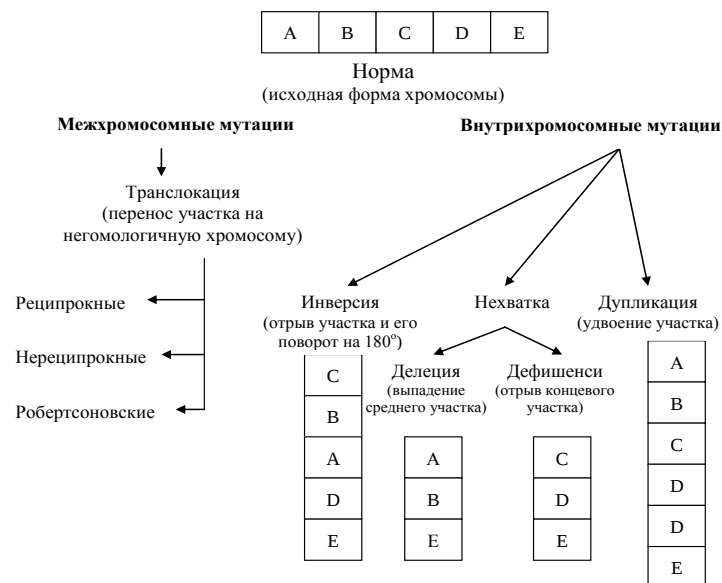


Рис. 2. Схема хромосомных мутаций

Задание 2. Установите соответствие между видом репарации и его характерными особенностями.

А. Прямая репарация	1. Склонный к ошибкам механизм соединения двуцепочечных разрывов
Б. Репарации путём гомологичной рекомбинации	2. Происходит замена отдельного нуклеотида
В. Эксцизионная репарация оснований	3. Способ, которым устраняются пиримидиновые димеры у человека
Г. Негомологичное соединение концов	4. Повреждения устраняются без замены нуклеотидов
Д. Эксцизионная репарация нуклеотидов	5. Репарация с участием белков, обладающих эндо- и экзонуклеазной активностью и последующим заполнением бреши в нуклеотидной цепи ДНК-полимеразой
Е. Репарация ошибочно спаренных нуклеотидов	6. Использование комплементарного участка гомологичной хромосомы или сестринской хроматиды для восстановления двуцепочечного разрыва

А	Б	В	Г	Д	Е

Задание 3. Заполните таблицу и сделайте выводы о влиянии различных точечных мутаций на структуру белка.

Изначальная иРНК	5' А У Г А Ц Ц Г А Ц Ц Ц Г А А А Г Г Г А Ц Ц 3'
Пептид	
Мутация ...	5' А У Г А Ц Ц Г А Ц Ц Ц Ц А А А Г Г Г А Ц Ц 3'
Пептид	
Мутация ...	5' А У Г Ц Ц Ц Г А Ц Ц Ц Г А А А Г Г Г А Ц Ц 3'
Пептид	
Мутация ...	5' А У Г А Ц Ц Г А Ц Ц Ц Г У А А Г Г Г А Ц Ц 3'
Пептид	
Мутация ...	5' А У Г А Ц Ц Г А Ц Г Ц Ц Г А А А Г Г Г А Ц Ц 3'
Пептид	

Задание 4. Решите задачи.

Задача № 1. Ежедневно в каждой клетке человека около 200 цитозинов на гаплоидный геном превращается в урацил в результате спонтанного дезаминирования. К чему приведёт дезаминирование цитозина при условии, что он метилирован?



<chem>NC1=NC(=O)NC=C1</chem>	<chem>O=C1NC=CC(=O)N1</chem>
Цитозин	Урацил
<chem>Cc1c[nH]c(=O)c1N</chem>	<chem>Cc1c[nH]c(=O)c1=O</chem>
5' метилцитозин	Тимин

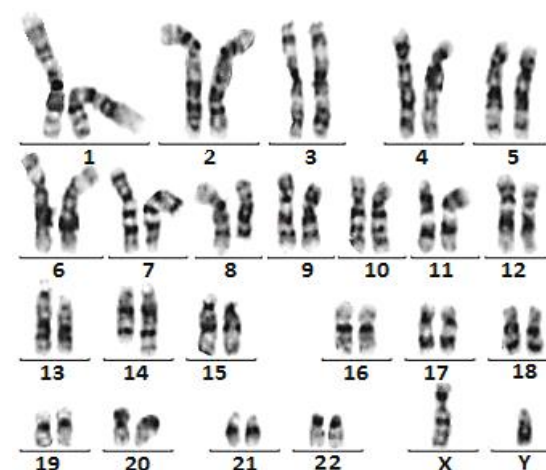
Задача № 2. У женщины с моносомией по X-хромосоме обнаружен дальтонизм. Укажите её генотип по гену дальтонизма, и вероятность передачи этого гена потомству.

Задача № 3. Женщина, переболевшая во время беременности коревой краснухой, родила глухого сына. У неё и мужа слух нормальный, в родословной обоих супругов глухота не отмечена. Как это можно объяснить?

Задача № 4. Известно, что лимфома Бёркитта (онкологическое заболевание, развивающееся из В-лимфоцитов) развивается из-за нарушения активности онкогена *C-MYC*, расположенного в 8-й хромосоме. Заболевание может быть спровоцировано тремя хромосомными мутациями:

- а) транслокация участка q-плеча 8-й хромосомы на q-плечо 14-й;
- б) транслокация участка r-плеча 2-й хромосомы на q-плечо 8-й;
- в) транслокация участка q-плеча 8-й хромосомы на q-плечо 22-й.

Имеется ли одна из данных мутаций в хромосомах, представленных на фотографии? Объясните, почему вы выбрали ваш вариант ответа.



Задача № 5. Отец голубоглазый, мать кареглазая (гомозиготна), а у дочери один глаз карий, а второй — голубой. Как это можно объяснить?

Подпись преподавателя

Занятие № 12. ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦИЙ

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить генетику популяций человека; влияние элементарных эволюционных факторов, научиться решать задачи с использованием закона Харди–Вайнберга.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Популяция. Экологическая и генетическая характеристики популяции. Генофонд. 2. Идеальная популяция. Закон Харди–Вайнберга. 3. Факторы, нарушающие равновесие аллелей и генотипов: естественный отбор, мутации, миграция, дрейф генов. 4. Отличительные признаки популяции человека. 5. Типы браков. Инбридинг. Брачная ассортативность. Коэффициент инбридинга. 6. Большие популяции, демы и изоляты. Особенности генофонда изолятов. Эффекты родоначальника и «бутылочного горлышка». 7. Влияние элементарных эволюционных факторов на человеческие популяции. 8. Генетический груз, его биологическая сущность и медицинское значение.	6. Изоляты — 7. Иммиграция — 8. Инбредная депрессия — 9. Инцестный брак — 10. Коэффициент инбридинга — 11. Отрицательное ассортативное скрещивание — 12. Панмиксия — 13. Популяция — 14. Эффект «бутылочного горлышка» — 15. Эффект основателя (родоначальника) —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Генетический груз — 2. Генофонд — 3. Демы — 4. Дрейф генов — 5. Естественный отбор —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите схему и объясните механизм наблюдаемого явления.

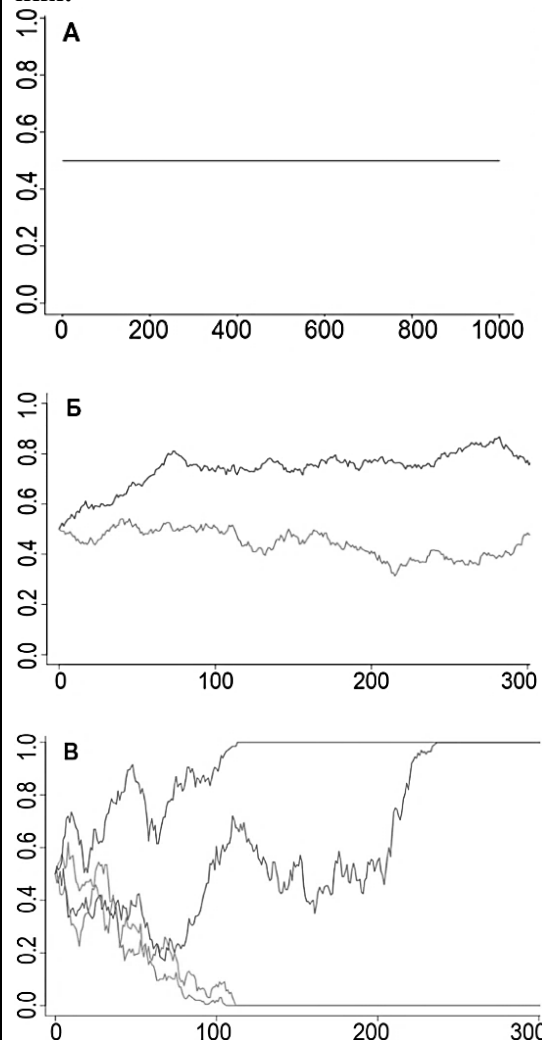


Рис. 1. Моделирование дрейфа генов

По оси X — поколения, по Y — частота p .

Обе аллели не влияют на приспособленность, изначальная частота $p=0,5$.

A — идеальная популяция на протяжении 1000 поколений, дрейфа нет;

Б — 2 популяции из 1000 особей на протяжении 300 поколений;

В — 4 популяции из 100 особей на протяжении 300 поколений.

Менее чем за 300 поколений одна из аллелей теряется (частота p достигает либо 0 %, либо 100 %)

Задание 2. Решите задачи.

Задача № 1. Определите частоту встречаемости альбиносов в большой по численности африканской популяции (аутосомно-рецессивный признак), где частота рецессивной аллели составляет 10 %.

Признак	Ген	Генотип
Норма	B	BB; Bb
альбинизм	b	bb

B — частота доминантной аллели (p); **b** — частота рецессивной аллели (q);

BB — частота доминантных гомозигот (p^2); **Bb** — частота гетерозигот ($2pq$);

bb — частота рецессивных гомозигот (q^2).

$$p + q = 1$$

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Задача № 2. В ходе обследования 4300 лиц одной из популяций было обнаружено, что 3009 из них могут распознать горький вкус фенилтиокарбамида (ФТК), а 1291 — нет. Определите генетическую структуру данной популяции, если способность ощущать вкус ФТК наследуется как аутосомно-доминантный признак.

Задача № 3. В некоторой популяции частота встречаемости X-сцепленной рецессивной формы дальтонизма у женщин составляет 0,5 %. Определите частоту встречаемости данного заболевания у мужчин этой популяции.

Задача № 4. Серповидноклеточная анемия наследуется аутосомно-рецессивно. Гетерозиготные носители этого заболевания имеют повышенную защищённость от тяжелых форм малярии. Частота встречаемости данного заболевания в странах Африки составляет около 2 %. Рассчитайте процент населения этих стран, защищённых от тяжелых форм малярии.

Задача № 5. Врождённый вывих бедра наследуется как аутосомно-доминантный признак, средняя пенетрантность гена 25 %. Заболевание встречается с частотой 6 : 10 000. Определите частоты доминантной и рецессивной аллелей.

Задача № 6. Муковисцидоз наследуется аутосомно-рецессивно. В Республике Беларусь заболевание встречается с частотой 1 : 8000. С учётом этих данных определите частоту гетерозиготных носителей патологической аллели среди жителей Республики Беларусь. Рассчитайте вероятность рождения больного ребёнка в семье, где один из супругов является гетерозиготой, а второй — фенотипически здоров, однако его точный генотип неизвестен.

Задача № 7. В популяции некое заболевание с аутосомно-доминантным типом наследования встречается с частотой 1 : 50. Данное заболевание проявляется только у мужчин, пенетрантность гена равна 20 % (у женщин — 0 %). Определите генетическую структуру популяции по анализируемому признаку, если соотношение мужчин и женщин в изучаемой популяции 1 : 1.

Подпись преподавателя

Занятие № 13. ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить задачи генетики человека на современном этапе, основные методы, экспресс-методы и методы пренатальной диагностики наследственных заболеваний; научиться решать задачи по анализу родословных, выявлению роли наследственности и среды в формировании признаков.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Генетика человека. Медицинская генетика и ее задачи. 2. Человек как специфический объект генетического анализа. 3. Классификация методов генетики человека. 4. Основные методы генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический и другие. 5. Методы диагностики хромосомных болезней человека: классическое кариотипирование, FISH-, SKY- и SNP-кариотипирование. 6. Экспресс-методы диагностики: микробиологические, выявление X- и Y-полового хроматина, биохимические, дерматоглифический. 7. Пренатальные методы выявления наследственной патологии. 8. Пренатальный скрининг. Морально-этические аспекты пренатальной диагностики. 9. Медико-генетическое консультирование, его цели, задачи и этапы. Показания для медико-генетического консультирования.	6. Методы экспресс-диагностики — 7. Медицинская генетика — 8. Пробанд — 9. Родословная — 10. Скрининг новорожденных (неонатальный скрининг) — 11. Тест Гатри — 12. Флуоресцентная гибридизация in situ — 13. Формула Хольцингера — 14. Четырёхпальцевая борозда — 15. Цитогенетика —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Амниоцентез — 2. Биологическое моделирование — 3. Биопсия ворсин хориона — 4. Кариотипирование спектральное (SKY) — 5. Конкордантность —	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Заполните таблицу.

Методы	Цель и возможности метода
1. Генеалогический	
2. Цитогенетический	
3. Близнецовый	
4. Биохимический	
5. Метод биологического моделирования	
6. Методы пренатальной диагностики	
7. Экспресс-методы	

Задание 2. Изучите рисунок.

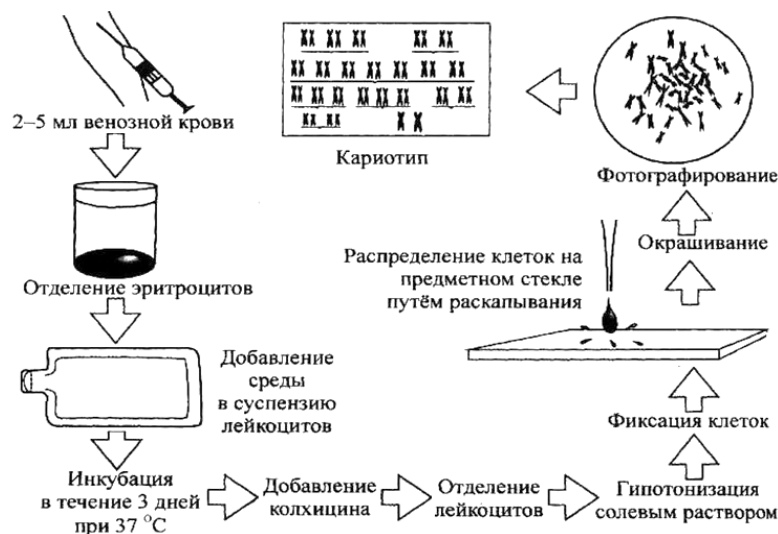


Рис. 1. Получение кариотипа цитогенетическим методом

Задание 3. Решите задачи.

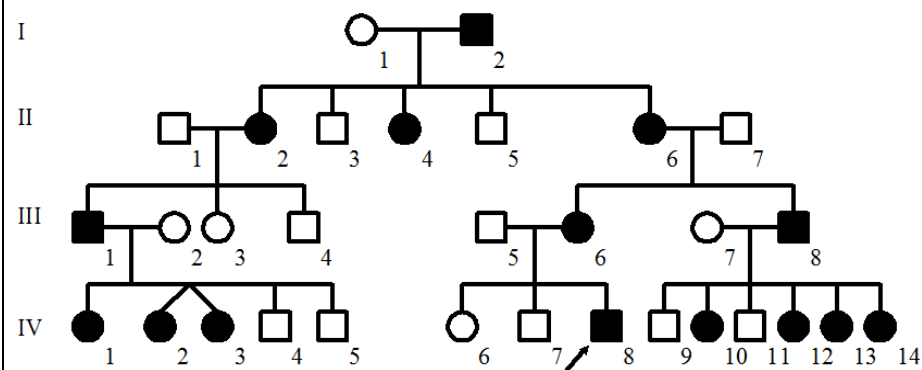
Задача № 1. Конкордантность монозиготных близнецов по избыточной массе тела составляет 80 %, а дизиготных — 30 %. Каково соотношение наследственных и средовых факторов в формировании признака?

Задача № 2. Заполните таблицу.

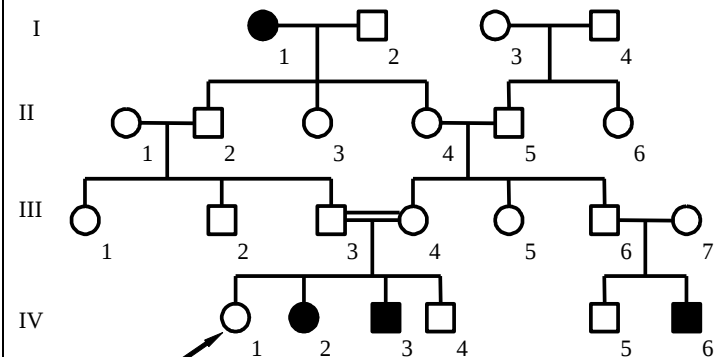
Признаки или заболевания	Конкордантность, в %		Н	Фактор, определяющий проявление признака (наследственность или среда)
	Монозиготные близнецы (MZ)	Дизиготные близнецы (DZ)		
Папиллярные линии	92	40		
Корь	95	87		
Туберкулез	76	28		
Сахарный диабет	69	18		
Шизофрения	65	10		
Расщелины губы и неба	30	5		
Эндемический зоб	92	87		
Флюороз эмали	97	94		

Задача № 3. Рассчитайте вероятность рождения больного ребенка у гетерозиготных родителей при аутосомно-доминантном типе наследования (полное доминирование, пенетрантность гена 25 %).

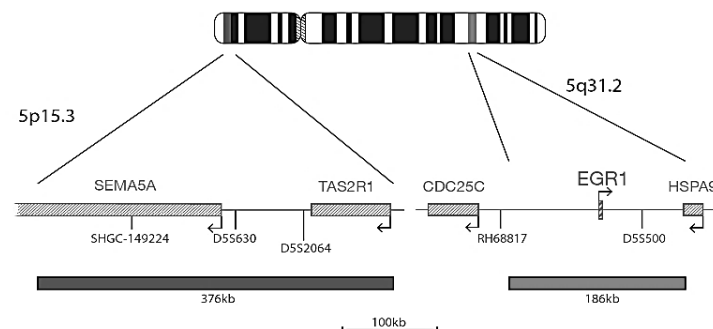
Задача № 4. Проанализируйте родословную, определите тип наследования и установите генотипы членов родословной.



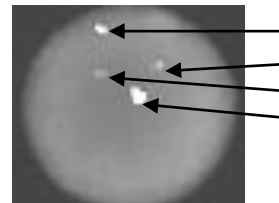
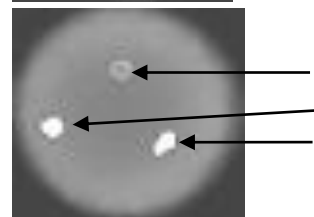
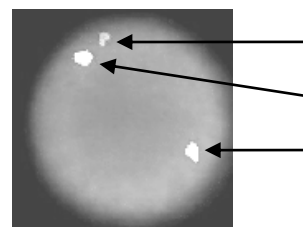
Задача № 5. Проанализируйте родословную, определите тип наследования и установите генотипы членов родословной.



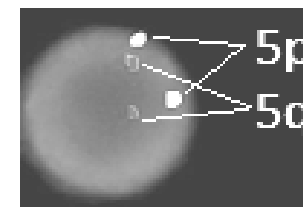
Задача № 6. Для проверки на наличие делеции в длинном плече пятой хромосомы использовался метод FISH. Сигналы от зондов к р- и q-плечам данной хромосомы имеют зелёный и красный цвета соответственно (на черно-белой фотографии — белый и серый).



В каких клетках из приведённых имеется делеция 5q?



Контроль:



Подпись преподавателя

ОЦЕНОЧНЫЙ ЛИСТ (чек-лист) для контроля практических навыков (решение задач) по разделу «Генетика»

Задание № 1.

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
	Итоговая оценка	

Задание № 2.

№ п/п	Параметр выполнения действия	Отметка в баллах
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
	Итоговая оценка	
	Общая оценка практического навыка	
	Преподаватель Дата _____	И.О. Фамилия

Занятие № 14. РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

«__»_____202__ г.

Цель занятия: изучить размножение как одно из универсальных свойств живого, его способы и эволюцию; изучить строение половых клеток, гаметогенез и особенности репродукции человека.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Размножение — универсальное свойство живого. Формы бесполого размножения, биологическое значение. 2. Формы полового размножения, биологическое значение. Половой процесс. Гермафродитизм. 3. Гаметогенез (овогенез и сперматогенез) у человека. 4. Регуляция гаметогенеза у человека. 5. Морфологические и функциональные особенности зрелых гамет человека. 6. Осеменение. Особенности оплодотворения у человека. 7. Преодоление бесплодия у человека. Искусственное осеменение, экстракорпоральное оплодотворение и его варианты. 8. Преимплантационная генетическая диагностика. 9. Этические проблемы научных исследований с использованием человеческих эмбрионов.	6. Кортикальные гранулы — 7. Оогенез — 8. Оплодотворение — 9. Партеногенез — 10. Половой процесс — 11. Преимплантационная генетическая диагностика —
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ 1. Акросома — 2. Анизогамия — 3. Блестящая оболочка — 4. Гиногенез — 5. Капацитация —	12. Пронуклеус — 13. Суррогатное материнство — 14. Синкарион — 15. Сперматогенез — 16. Экстракорпоральное оплодотворение —

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

Задание 1. Изучите схемы и микропрепараты, сделайте обозначения.

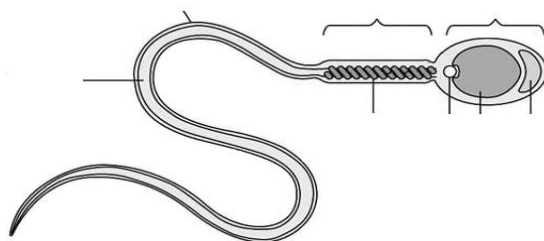


Рис. 1. Схема сперматозоида человека:

- 1 — головка;
- 2 — средняя часть;
- 3 — мембрана;
- 4 — акросома;
- 5 — ядро;
- 6 — митохондрии;
- 7 — жгутик;
- 8 — центросома

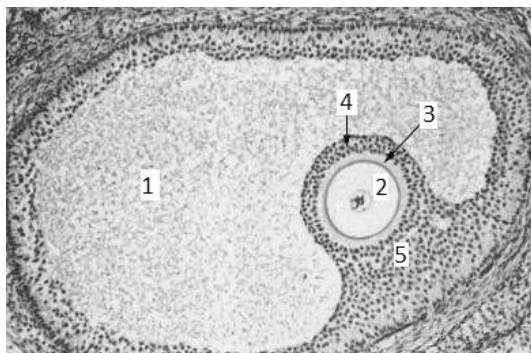


Рис. 2. Граафов пузырек:

- овоцит II порядка;
- яйценосный бугорок;
- лучистый венец;
- полость фолликула;
- прозрачная оболочка

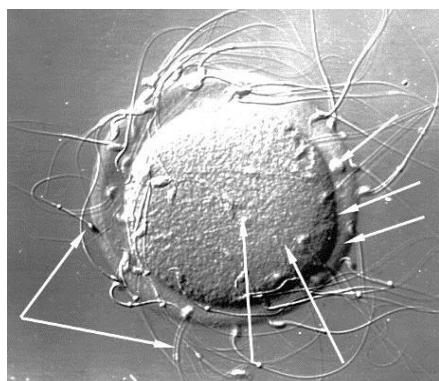


Рис. 3. Оплодотворение яйцеклетки мыши *in vitro*:

- 1 — полярное тельце;
- 2 — прозрачная оболочка;
- 3 — пронуклеус;
- 4 — мембрана;
- 5 — цитоплазма;
- 6 — сперматозоиды

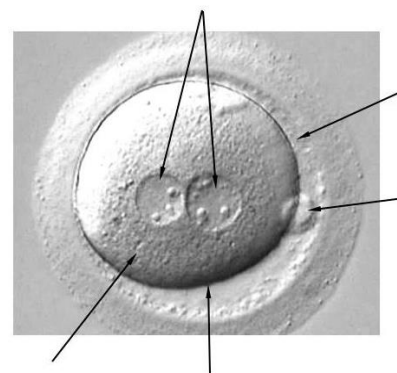


Рис. 4. Зигота человека:

- 1 — полярное тельце;
- 2 — прозрачная оболочка;
- 3 — пронуклеусы;
- 4 — мембрана;
- 5 — цитоплазма

Задание 2. Заполните таблицу «Отличия полового и бесполого размножения».

Тип размножения	Половое	Бесполое
Оплодотворение		
Изменение набора хромосом		
Генотип потомства		
Скорость воспроизведения потомства		
Количество родительских организмов		
Используемые клетки		
Биологическая роль		

Задание 3. Решите задачи.

Задача № 1. В овоците II порядка и в сперматоците II порядка в одной из хроматид произошла мутация. Одинакова ли вероятность наличия этого гена в мужской и женской гамете?

Задача № 2. Для половых клеток характерно необычное отношение объема ядра к объему цитоплазмы: у яйцеклеток оно сильно снижено (1 : 500), а у сперматозоидов, наоборот, ядерно-цитоплазматическое отношение очень высокое (2 : 1). Свяжите показатели ядерно-цитоплазматических соотношений с функциональной ролью половых клеток.

Задача № 3. При вскрытии трупа 22-летней женщины оказалось, что при исследовании яичников в них обнаружено:

Правый яичник (меньший)	Левый яичник (большой)
17 000 фолликулов	25 000 фолликулов
26 рубцов от желтых тел	48 рубцов от желтых тел

В каком приблизительно возрасте у этой женщины могли начаться овуляции?

Задача № 4. При партеногенезе организм развивается из неоплодотворенной яйцеклетки. Почему сперматозоид без оплодотворения не может дать начало новому организму?

Задача № 5. Белая планария — гермафродит и может дать потомство в результате самооплодотворения. Кроме этого, она способна размножаться бесполым путем. Одинаков ли генотип у потомков одной особи, полученных в результате самооплодотворения и в результате бесполого размножения?

Задача № 6. При исследовании оплодотворяющей способности сперматозоидов у мужчин по фамилии П. и И. установлено, что сперматозоиды выглядят нормально, но у П. они не движутся, а у И. собираются на наружной оболочке женской половой клетки, не проникая внутрь. Объясните, с дефектами в каких структурах теоретически могут быть связаны эти нарушения?

Задание 4. Изучите рисунок.

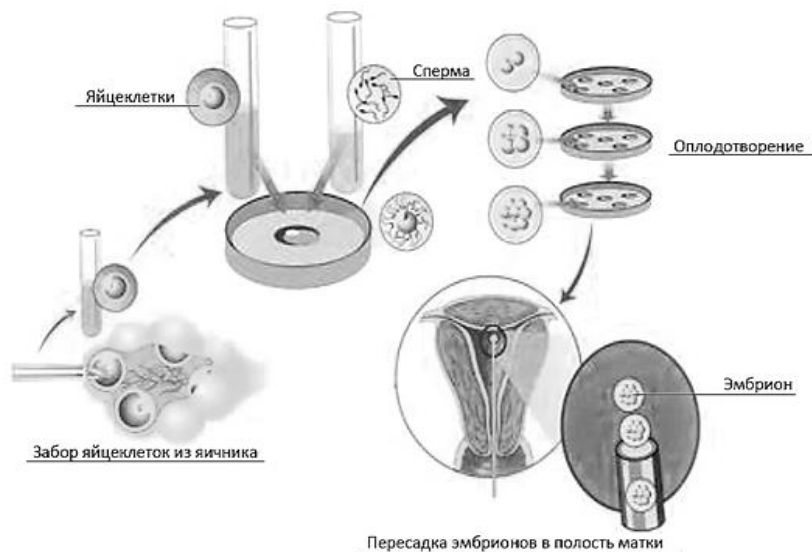


Рис. 5. Экстракорпоральное оплодотворение

Показания к проведению ЭКО

Мужское бесплодие:

- снижение количества, подвижности сперматозоидов;
- нарушение нормального строения сперматозоидов;
- отсутствие сперматозоидов в эякуляте из-за «закупорки» семявыносящих протоков.

Женское бесплодие:

- отсутствие или непроходимость маточных труб;
- ановуляция (недостаточность яичников, выражающаяся в отсутствии созревания фолликулов и овуляции);
- поздний репродуктивный возраст (при истощении функции яичников может потребоваться использовать яйцеклетки донора или донорские эмбрионы);
- во всех случаях безуспешного лечения бесплодия (эндометриоз, нарушения овуляции и т. д.) другими методами;
- бесплодие неясного генеза.

Задание 5. Заполните таблицу «Этапы ЭКО».

Название этапа	Описание этапа
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Подпись преподавателя

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сущность жизни, роль белков и нуклеиновых кислот в организации живых систем. Уровни организации живой материи. 2. Человек как биологическое и социальное существо. 3. Роль биологии в системе фармацевтического образования. 4. Современное состояние клеточной теории. Предмет, задачи и методы цитологии. 5. Доклеточные формы жизни. Отличительные признаки прокариотических и эукариотических клеток. 6. Модели элементарной биологической мембраны. Строение, свойства и функции плазмалеммы. Транспорт веществ через мембрану. 7. Цитозоль. Цитоскелет: микротрубочки, промежуточные филаменты, микрофиламенты. Внутриклеточный транспорт веществ. 8. Ассимиляция и диссимиляция. Пластический обмен в клетке. Рибосомы. 9. Эндоплазматическая система клетки (мембрана ядра, ЭР, КГ, лизосомы, пероксисомы, эндосомы, везикулы). 10. Характеристика этапов энергетического обмена в клетке. Митохондрии. Ферментные системы митохондрий. 11. Болезни человека, обусловленные нарушениями на клеточном уровне (митохондриальные, лизосомные и пероксисомные). 12. Строение и функции дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). 13. Строение и функции ядра клетки. Организации генетического материала эукариот (генный, хромосомный и геномный уровни). 14. Упаковка генетического материала эукариот. Ремоделинг хроматина. 15. Строение метафазной хромосомы. Эухроматин и гетерохроматин. Типы хромосом. Правила хромосом. 16. Кариотип и идиограмма. Классификации хромосом человека. 17. Плазмогены. Цитоплазматическая наследственность. 18. Клеточный цикл. Интерфаза. Регуляторы клеточного цикла (циклины и циклинзависимые киназы). Репликация ДНК. Репликон. 19. Виды и типы деления клеток: митоз, амитоз, эндомитоз. Бинарное деление бактерий. 20. Митоз: характеристика фаз, распределение генетического материала, биологическое значение. 21. Мейоз: характеристика фаз, распределение генетического материала, биологическое значение.	22. Клеточная пролиферация и гибель клеток. Некроз и апоптоз. Каспазы. 23. Центральная догма молекулярной биологии. 24. Рибонуклеиновая кислота (РНК), ее виды и функции. 25. Ген, его свойства и функции. Генетический код и его свойства. 26. Транскрипция. Транскрипционные факторы. Синтез иРНК у эукариот. Процессинг про-иРНК. 27. Рекогниция. Трансляция: инициация, элонгация и терминация. 28. Посттрансляционные изменения белков, рефолдинг белков (шапероны). 29. Международные научные проекты изучения генома человека: Human genome, NCODE, Roadmap. 30. Классификация генов (структурные и функциональные, гены домашнего хозяйства и тканеспецифические). 31. Геном человека: белок-кодирующие гены, гены РНК, некодирующие последовательности. ДНК транспозоны и ретротранспозоны. Транскриптом. Протеом. Метаболом. 32. Оперон. Лактозный и триптофановый оперон. Полицистронная РНК. 38. Регуляция транскрипции у эукариот: преинициаторный комплекс. Энхансеры, сайленсеры. 39. Эпигенетические механизмы регуляции работы генов: модификации гистонов, метилирование цитозина, CpG-островки, регуляторные системы некодирующих РНК. 40. Методы исследования ДНК: гель-электрофорез, рестрикционный анализ, гибридизация НК, ДНК-микрочипы. 41. ПЦР и ее виды: количественная ПЦР, ПЦР с обратной транскрипцией, мультиплексная ПЦР. 42. Методы секвенирования генома (по Сэнгеру, бисульфитное, пиросеквенирование, нанопоровое). 43. Генетическая инженерия: цели, задачи и этапы. 44. Способы получения генов для трансгенеза. 45. Рекombинантная ДНК. Конструирование векторов, их виды: плазмиды, космиды, фаговые векторы, фазмиды. 46. Введение рекombинантных ДНК в клетку-реципиент. Отбор трансформированных клеток. Селективные и репортерные гены. 47. Биотехнология, ее значение для медицины. Генетически модифицированные организмы.
--	--

48. Применение ГИ в медицине: получение белковых продуктов, моно- и поликлональных антител, рекомбинантных антигенных белков. ДНК-зонды. 49. Способы диагностики генных наследственных заболеваний. 50. Перспективы применения в медицине и биоэтические проблемы геномного редактирования (система CRISPR/Cas 9). Фармакогенетика. 51. Генная терапия в зависимости от природы клеток-мишеней. Генная терапия <i>in vivo</i> и <i>ex vivo</i>. Стратегии коррекции генов. Примеры генной терапии заболеваний. 52. Генетика как наука. Наследование, типы и виды при моногенном и полигенном наследовании. 53. Гибридологический анализ, его сущность. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании. 54. Гипотеза чистоты гамет. Анализирующее скрещивание: прямое и обратное. Закономерности наследования при полигибридном скрещивании. 55. Условия, ограничивающие проявление законов Г. Менделя. Плейотропное действие гена. 56. Внутриаλληльное взаимодействие генов (полное и неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование и аллельное исключение). 57. Множественные аллели. Наследование групп крови по АВ0-системе. Наследование MN групп крови и резус-фактора. 58. Межаλληльное взаимодействие генов (комплементарность, эпистаз, полимерия и эффект положения). 59. Опыты Т. Моргана. Сцепление генов: полное и неполное. Группы сцепления. Кроссинговер и рекомбинация признаков. 60. Хромосомная теория наследственности. Генетические и цитологические карты хромосом. 61. Пол как биологический признак. Признаки ограниченные и контролируемые полом, сцепленные с полом и голандрические. 62. Определение, дифференцировка и переопределение пола в онтогенезе. Генная регуляция гонадогенеза у человека. 63. Особенности детерминации пола у человека: физикальные, промежуточная и социально-психологические детерминанты. Нарушение формирования пола у человека. 64. X-половой хроматин. Гипотеза М. Лайон о женском мозаицизме по половым хромосомам. 65. Изменчивость, ее виды. Фенотипическая изменчивость, фенотипии.	66. Генотипическая изменчивость. Рекомбинации, механизмы возникновения. 67. Мутационная изменчивость. Генокопии. Причины мутаций: ошибки копирования ДНК, неравный кроссинговер. 68. Физические, химические и биологические мутагенные факторы. Супермутагены. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды мутагенами. 69. Классификации мутаций. 70. Устойчивость и репарация генетического материала. Антимутагены. 71. Виды репарации: эксцизионная репарация, репарация двуцепочечных разрывов, фотореактивация. 72. Популяция. Экологическая и генетическая характеристики популяции. Генофонд. Идеальная популяция. Закон Харди–Вайнберга. 73. Факторы, нарушающие равновесие аллелей и генотипов: естественный отбор, мутации, миграция, дрейф генов. 74. Генетический полиморфизм человечества, его биологические, медицинские и социальные аспекты. Типы браков. Инбридинг. Брачная ассортативность. 75. Большие популяции, демы и изоляты. Особенности генофонда изолятов. Эффекты родоначальника и «бутылочного горлышка». 76. Влияние элементарных эволюционных факторов на популяции человека. 77. Генетический груз, его биологическая сущность и медицинское значение. 78. Человек как специфический объект генетического анализа. Классификация методов генетики человека. 79. Клинико-генеалогический метод. Типы наследования признаков. 80. Близнецовый метод. Формула Хольцингера. 81. Методы диагностики хромосомных болезней человека (классическое кариотипирование, FISH и спектральное (SKY) кариотипирование). 82. Экспресс-методы (микробиологический ингибиторный тест Гатри, выявление X- и Y-полового хроматина, биохимические). 83. Медико-генетическое консультирование, его цели, задачи и этапы. 84. Пренатальные методы выявления наследственной патологии. 85. Размножение — универсальное свойство живого. Формы бесполого размножения, его биологическое значение. 86. Формы полового размножения и его биологическое значение. Половой процесс. Гермафродитизм.
---	--

87. Гаметогенез (овогенез и сперматогенез) у человека. Регуляция гаметогенеза у человека. Морфологические и функциональные особенности гамет человека. 88. Осеменение. Особенности оплодотворения у человека 89. Вспомогательные репродуктивные технологии в преодолении бесплодия у человека. Преимплантационная генетическая диагностика. Медицинские исследования с использованием эмбрионов человека. 90. Онтогенез, его типы. Периодизация онтогенеза человека. 91. Эмбриональный период, характеристика стадий (предзиготный период, зигота, дробление, гаструляция, гисто- и органогенез). 92. Взаимодействие частей развивающегося организма. Эмбриональная индукция, морфогенетические поля, градиент физиологической активности. 93. Критические периоды внутриутробного развития человека. Тератогенные факторы. 94. Периодизация постнатального онтогенеза человека. 95. Рост и развитие организма человека, их регуляция. Акселерация. 96. Конституция и габитус человека, и их медицинское значение. 97. Критические периоды постнатального онтогенеза. 98. Биологические аспекты старения. Молекулярно-генетические основы старения. Геронтология и гериатрия. 99. Основные биологические системы биосферно-биогеоценотического уровня организации живого: сообщество, биогеоценоз, экосистема, биосфера. 100. Экология человека, ее задачи. Уровни экологических связей человека (индивидуальный, групповой и глобальный). 101. Экологическая дифференциация человечества на адаптивные типы людей и их морфофизиологические характеристики. 102. Экологическая дифференциация человечества на адаптивные типы людей и их морфофизиологические характеристики. 103. Ядовитость — универсальное явление в живой природе. 104. Ядовитые грибы: микро- и макромикеты. Микотоксины, их характеристика, механизмы действия. Отравления микотоксинами, меры профилактики. 105. Ядовитые растения, их классификация. Ядовитые органы растений. Фитотоксины, их характеристика, механизмы действия.	106. Картина отравления человека ядовитыми водорослями, плаунами, хвощами, папоротниками, голосеменными и покрытосеменными растениями. 107. Профилактика отравления ядовитыми растениями Ядовитые растения как источник лекарственного сырья и их охрана. 108. Ядовитые животные, их классификация. 109. Характеристика зоотоксинов. Картина отравления человека ядовитыми одноклеточными, кишечнорастворными, моллюсками, членистоногими, рыбами, земноводными и пресмыкающимися. Меры профилактики отравления ядовитыми животными. 110. Зоотоксины как источник фармакологических субстанций. Охрана ядовитых животных.																																																		
	Письменный экзамен (60 минут) Структура билета: 10 закрытых тестов, 5 открытых тестов, 5 терминов, 2 теста-рисунка, 1 тест-соответствие, 1 тест-последовательность, 3 задачи, 1 теоретический вопрос. Критерии оценки <table><tr><th>№</th><th>Вид задания номера вопроса</th><th>Количество баллов за 1 задание</th><th>Количество заданий</th><th>Максимальное количество баллов</th></tr><tr><td>1.</td><td>Закрытые тесты (1–10)</td><td>2</td><td>10</td><td>20</td></tr><tr><td>2.</td><td>Открытые тесты (11–15)</td><td>2</td><td>5</td><td>10</td></tr><tr><td>3.</td><td>Термины (16–20)</td><td>3</td><td>5</td><td>15</td></tr><tr><td>4.</td><td>Задачи (21–23)</td><td>7</td><td>3</td><td>21</td></tr><tr><td>5.</td><td>Тесты-рисунки (24–25)</td><td>5</td><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>6.</td><td>Тест соответствие и последовательность (26)</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>7.</td><td>Тест-последовательность (27)</td><td>5</td><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>8.</td><td>Теоретический вопрос (28)</td><td>14</td><td>1</td><td>14</td></tr><tr><td></td><td>Итого</td><td></td><td>28</td><td>100</td></tr></table>	№	Вид задания номера вопроса	Количество баллов за 1 задание	Количество заданий	Максимальное количество баллов	1.	Закрытые тесты (1–10)	2	10	20	2.	Открытые тесты (11–15)	2	5	10	3.	Термины (16–20)	3	5	15	4.	Задачи (21–23)	7	3	21	5.	Тесты-рисунки (24–25)	5	2	10	6.	Тест соответствие и последовательность (26)	5	1	5	7.	Тест-последовательность (27)	5	1	5	8.	Теоретический вопрос (28)	14	1	14		Итого		28	100
№	Вид задания номера вопроса	Количество баллов за 1 задание	Количество заданий	Максимальное количество баллов																																															
1.	Закрытые тесты (1–10)	2	10	20																																															
2.	Открытые тесты (11–15)	2	5	10																																															
3.	Термины (16–20)	3	5	15																																															
4.	Задачи (21–23)	7	3	21																																															
5.	Тесты-рисунки (24–25)	5	2	10																																															
6.	Тест соответствие и последовательность (26)	5	1	5																																															
7.	Тест-последовательность (27)	5	1	5																																															
8.	Теоретический вопрос (28)	14	1	14																																															
	Итого		28	100																																															

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Бекиш, В. Я.* Биология : учеб. для студентов учреждений высшего образования по специальности «Фармация» / В. Я. Бекиш, О.-Я. Л. Бекиш. – 2-е изд., испр. и перераб. – Витебск : ВГМУ, 2020. 290 с.
2. *Медицинская генетика. Биология развития* : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов, В. В. Григорович, В. Э. Бутвиловский, Л. М. Сычик. Минск : БГМУ, 2023. – 227 с.
3. *Биология* : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов [и др.]. – Минск : БГМУ, 2020. – 203 с.
4. *Медицинская биология* : сборник задач / В. Э. Бутвиловский, В. В. Григорович, В. В. Давыдов, Ю. Л. Корбут. – Минск : БГМУ, 2024. – 159 с.
5. *Медицинская биология* : терминологический словарь / В. Э. Бутвиловский, В. В. Григорович, Ю. Л. Корбут, В. В. Давыдов. – Минск : БГМУ, 2025. – 76 с.
6. *Молекулярная биология* : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов [и др.]. – Минск : БГМУ, 2023. – 199 с.
7. ЭУМК «Медицинская биология и общая генетика» [Электронный ресурс]. – URL: <http://etest.bsmu.by>

Дополнительная

8. *Тейлор, Д.* Биология : в 3 т. / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; пер. с англ. – 13-е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. – 1340 с.
9. *Практические задания по медицинской биологии и общей генетике* : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / Е. В. Чаплинская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2020. – 174 с.
10. *Практические задания по медицинской биологии и общей генетике* : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Е. В. Чаплинская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2021. – 176 с.

Учебное издание

Бутвиловский Валерий Эдуардович
Григорович Виктор Васильевич
Давыдов Владимир Витольдович

БИОЛОГИЯ

Практикум для студентов фармацевтического факультета

4-е издание

Ответственный за выпуск В. В. Давыдов
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 02.04.26. Формат 60×84/8. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 7,90. Уч.-изд. л. 3,24. Тираж 165 экз. Заказ 180.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.