

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**Министерство образования Самарской области**  
**Кинельское управление Министерства образования**  
**Самарской области**  
**ГБОУ СОШ №11 г.Кинеля**

**РАССМОТРЕНО**

на заседании МО  
учителей естественных  
дисциплин  
Руководитель МО  
Власик Е.А.  
Протокол №1  
«29» августа 2025 г.

**ПРОВЕРЕНО**

Заместитель директора  
по УВР  
Жирова Л А  
«29» августа 2025 г.

**УТВЕРЖДЕНО**

Директор ГБОУ СОШ  
№11 г.Кинеля  
Лозовская О А  
Приказ №557-ОД  
«29» августа 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

элективного курса

**«Биохимия»**

для обучающихся 10 – 11 классов

**КИНЕЛЬ, 2025 год**

*Программа элективного курса*  
**«БИОХИМИЯ»**

**Пояснительная записка**

Актуальность данного курса определяется необходимостью поддержки профильного образования, направленного на подготовку будущих профессионалов для развития высокотехнологичных производств на стыке естественных наук. Содержание курса является конвергентно ориентированным и обеспечивает формирование компетенций, необходимых для жизни и трудовой деятельности в эпоху высокоразвитой науки и современных технологий.

Курс предназначен учащимся старшей школы естественно-научного, технологического или универсального профилей обучения и может быть как обязательным учебным предметом по выбору учащегося из компонента образовательной организации в вариативной части учебного плана, так и курсом в рамках внеурочной деятельности и/или дополнительного образования. Пособие рекомендуется использовать для проведения элективных курсов в рамках проектов «Инженерный класс в московской школе», «Медицинский класс в московской школе», «Академический класс в московской школе».

**Учебно-методическое обеспечение курса** включает рабочую программу элективного курса и учебное пособие для обучающихся. Рабочая программа устанавливает обязательное предметное содержание, предлагает примерное тематическое планирование с учётом логики учебного процесса, определяет планируемые результаты освоения курса на уровне среднего общего образования.

В соответствии с системно-деятельностным подходом реализация данной программы предполагает использование современных методов обучения и разнообразных форм организации образовательного процесса: круглый стол, видеолекторий, биоинформационическая работа, семинары, практические и лабораторные работы, учебное исследование,

самостоятельная работа с первоисточниками, лекция, конференция и др.; возможно выполнение индивидуальных исследований и проектов. Достижение планируемых результатов оценивается как «зачтено/не зачтено».

**Цели курса:** формирование научной картины мира; развитие познавательных интересов и метапредметных компетенций обучающихся через практическую деятельность; расширение, углубление и обобщение

знаний о строении, свойствах и функциях биомолекул; формирование устойчивого интереса к профессиональной деятельности в области естественных наук.

**Задачи курса:**

- изучить особенности строения, свойства и функции биомолекул (углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот), входящих в состав живого организма;
- сформировать у обучающихся представления об основных методах исследования в биохимии;
- познакомить обучающихся с биоинформатикой;
- обеспечить развитие экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
- рассмотреть области применения современной биохимии в фундаментальных, медицинских и фармацевтических исследованиях;
- сформировать у обучающихся компетенции для профессионального самоопределения в рамках предметов естественно-научного цикла, развивать мотивацию к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной деятельности;
- раскрыть роль биохимии как базового и приоритетного направления научно-технического прогресса.

**Общая характеристика курса.** Данный курс содержательно связан с курсами химии, биологии, информатики, т. е. носит интегрированный характер и способствует развитию естественно-научного мировоззрения учащихся. В учебном плане элективный курс «Биохимия» является частью предметной области «Естественно-научные предметы». Материал пособия обеспечивает знакомство с современными фундаментальными и прикладными исследованиями в области биохимии; формирование у обучающихся конвергентного мышления; углубление и обобщение знаний школьников о высокомолекулярных веществах, методах их изучения; раскрытие принципов функционирования живых систем; знакомство с историей развития естествознания и современными разработками учёных; воспитание бережного отношения к живой природе, формирование культуры питания; обучение

аргументированному ведению дискуссии; желание заниматься научно-практической деятельностью.

Пособие содержит методические комментарии по организации занятий (особенности, структура, содержание, виды деятельности, формы организации занятий и т. д.). На занятиях учащиеся развиваются аналитические способности при проведении практических работ, устанавливают причинно-следственные связи при изучении методов биохимии, узнают о возможностях их применения в медицине, о контроле качества в фармацевтической и пищевой промышленности.

### **Основные идеи курса:**

- единство материального мира;
- внутри- и межпредметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

### **Ключевые принципы организации занятий:**

- междисциплинарный синтез естественно-научного знания;
- ориентация учебной деятельности на исследовательскую и конструктивную;
- развитие коммуникативных навыков;
- обучение различным видам деятельности;
- пополнение надпредметных знаний через НБИК-технологии (nano-, биотехнологии, информационные, когнитивные технологии);
- ведущая роль самоорганизации в процессе обучения.

**Формами контроля над усвоением материала** могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

## **Содержание курса**

### **Раздел 1. Введение в биохимию (12 ч)**

Техника безопасности при работе в химической лаборатории. История биохимии. Предмет биохимии. Структура и функции биомолекул.

### **Раздел 2. Методы выделения биомолекул (12 ч)**

Знакомство с методами: «Получение ДНК из клеток лука», «Получение препарата нуклеиновых кислот из дрожжей и исследование нуклеопротеинов», «Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца».

### **Раздел 3. Методы разделения биомолекул (8 ч)**

Теоретические основы биохимических методов разделения биомолекул.

*Практические работы:*

1. «Гель-фильтрационное разделение биомолекул».
2. «Тонкослойная хроматография липидов».
3. «Идентификация функциональных групп различными агентами».

## **Раздел 4. Качественный и количественный анализ биомолекул (20 ч)**

*Практические работы* аналитического характера:

1. «Качественный анализ фосфатидилхолина. Определение липидного фосфора с помощью ферротиоцианата аммония (метод Стюарта)».
2. «Качественные реакции на наличие пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты в составе ДНК».
3. «Определение пентоз в составе нуклеиновых кислот», «Качественный и количественный анализ наличия белков и аминокислот».

## **Раздел 5. Компьютерное моделирование и визуализация структуры биомолекул (14 ч)**

Возможности программы PyMol для визуализации пространственной структуры биомолекул, компьютерное моделирование пространственной структуры белков с помощью программы Modeller.

## **Раздел 6. Итоговое занятие (2 ч)**

Знакомство с «Атласом новых профессий», перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии).

### **Тематическое планирование**

*Курс рассчитан на 68 ч (2 ч в неделю).* Предлагаемое планирование является примерным: учитель может корректировать содержание уроков и распределение часов на изучение материала в соответствии с уровнем подготовки обучающихся и сферой их интересов.

| Тема                                  | Основное содержание                | Количество часов |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|
|                                       |                                    | 68               |
| Введение                              |                                    | 2                |
| Предмет биохимии.<br>История биохимии | Предмет биохимии. История биохимии | 2                |

*Продолжение*

| <b>Тема</b>   | <b>Основное содержание</b>   | <b>Количество часов</b> |
|---|--|-------------------------|
|   |  | <b>68</b>               |
| Структура и функции биомолекул                                    | Функциональные группы органических молекул. Белки и аминокислоты. Моно- и полисахариды. Нуклеиновые кислоты. Работа с дополнительными источниками — составление краткого словаря терминов.<br>Обсуждение функции биомолекул  | 4                       |
| Эксперимент: планирование, выполнение и представление результатов | Обсуждение научного эксперимента как одного из инструментов научного поиска. Составление плана экспериментальной деятельности. Разработка формы отчётной документации по результатам эксперимента. Обсуждение экологических аспектов практических занятий, определение методов утилизации побочных продуктов реакций. Выбор тем для литературного обзора | 2                       |
| Правила техники безопасности                                      | Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории   | 2                       |
|   |  |                         |

*Продолжение*

|  |  |                         |
|--|--|-------------------------|
| Получение ДНК из клеток лука                           | <p>Повторение знаний о структуре и функциях нуклеиновых кислот ДНК и РНК в живых организмах (<i>сообщения учащихся</i>).<br/>         Обсуждение теоретических основ метода экстракции нуклеиновых кислот из биологических объектов.<br/>         Правила техники безопасности</p>   | 4                       |
|  | <p>Подготовка химической посуды и оборудования.<br/>         Приготовление реагента (буфер для гомогенизации).<br/>         Охлаждение химической посуды и реактива. Гомогенизация образца, добавление буфера для гомогенизации к образцу. Инкубация гомогената и его фильтрация. Осаждение ДНК.<br/>         Подведение итогов практикума</p>                               |                         |
| Тема   | <b>Основное содержание</b>   | <b>Количество часов</b> |
|  |  | <b>68</b>               |
| Выделение нукleinовых кислот из дрожжей и исследование | <p>Изучение особенностей строения и функционирования плазмидной ДНК в бактериальных клетках.<br/>         Правила техники безопасности.<br/>         Подготовка химической посуды и оборудования для экстракции нуклеиновых кислот из дрожжей.<br/>         Сборка установки для эксперимента: присоединение обратного холодильника и длинной стеклянной трубки к колбе.</p> | 4                       |

*Продолжение*

|   |   |   |
|---|---|---|
| ование нуклеопротеинов                              | Приготовление реагентов   |   |
|   | Получение нуклеопротеина из пекарских дрожжей: внесение в колбу навески дрожжей, экстракция нуклеопротеина кипячением дрожжей в кислоте.<br>Охлаждение нуклеопротеина и доведение объёма раствора до исходного объёма реакционной смеси. Фильтрация нуклеопротеина. Подготовка его аликвотов для анализа составных компонентов нуклеиновых кислот в следующих практикумах |   |
| Экстракция липидной фракции из желтка куриного яйца | Ознакомление с правилами техники безопасности.<br>Подготовка посуды, взвешивание пробирок, нумерация. Перенос желтка в чистую пробирку, взвешивание, добавление органических растворителей, активное перемешивание, отстаивание.<br>Перенос органической фракции в чистую взвешенную пробирку. Повтор деления для второй пробирки.<br>Помещение под тягу для              | 4 |

*Продолжение*

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | просушивания от растворителей  |  |
|  | Взвешивание сухого липидного экстракта. Расчёт среднего из двух опытов, расчёт процентов от исходной массы желтка.<br>Оформление результатов |  |

*Продолжение*

| <b>Тема</b>  | <b>Основное содержание</b>   | <b>Количество часов</b> |
|--|--|-------------------------|
|  |  | <b>68</b>               |
| Разделение биомолекул методом гель-фильтрации                          | Теоретические основы использования принципа гель-фильтрации при разделении биомолекул  | 4                       |
|  | Проведение экспериментов. Отделение низкомолекулярного красителя от окрашенного белка. Оформление результатов  |                         |
| Тонкослойная хроматография липидов. Идентификация функциональных групп | Ознакомление с правилами техники безопасности. Подготовка посуды. Приготовление подвижной фазы, заполнение камеры. Подготовка пробы из экстракта липидов желтка                    | 4                       |
|  | Нанесение пробы. Высушивание пластины. Проявление под УФ-лампой в тёмном кожухе/помещении. Проявление разных пластиинок указанными реагентами. Обсуждение и оформление результатов |                         |
|  |  |                         |

*Продолжение*

|  |   |   |
|--|---|---|
| Определение концентрации фосфатидилхолина. Метод Стюарта | <p>Ознакомление с правилами техники без- опасности.</p> <p>Подготовка посуды.</p> <p>Приготовление раствора ферротиоцианата аммония.</p> <p>Подготовка проб для анализа:</p> <p>растворение навески яичного экстракта в хлороформе.</p> <p>Приготовление разбавленного раствора.</p> <p>Перенос ферротиоцианата, хлороформа и аликвот липидов.</p> <p>Приготовление контрольного образца: три пробирки ферротиоцианата аммония и чистого хлороформа</p> | 4 |
|  | Продолжение подготовки проб: интенсивное перемешивание фаз, отбор нижней органической фазы в чистые пробирки с пробками.  |   |

| <b>Тема</b>  | <b>Основное содержание</b>  | <b>Количество часов</b> |
|--|---|-------------------------|
|  |   | <b>68</b>               |
|  | Анализ образцов на спектрофотометре. Расчёт содержания фосфатидилхолина в пробе. Обсуждение результатов. Подведение итогов практического занятия  |                         |
| Качественные реакции на пурино-вые основания и остатки фосфорной кислоты в ДНК | Изучение процессов репликации ДНК в живых организмах (на примере геномной и плазмидной ДНК). Ферменты, участвующие в процессах репликации (доклады учащихся).<br>Изучение правил техники безопасности. Подготовка химической посуды и оборудования (весы, шпатели, калька, щипцы, термоустойчивая стеклянная посуда для приготовления молибденовокислого реагента (колба или стакан), пробирки и пипетки, лакмусовая бумага, плитка и кастрюля (для создания водяной бани), холодная вода).<br>Приготовление реагентов (10%-ный раствор NaOH, 1%-ный раствор AgNO <sub>3</sub> , молибденовый реагент) и водяной бани | 2<br>2                  |

*Продолжение*

|  |   |                         |
|--|---|-------------------------|
|  | <p>Проведение качественных реакций на со-держание пуриновых оснований и остатков фосфорной кислоты.<br/>Подведение итогов практического занятия. Оформление лабораторной работы</p>   |                         |
| Определение пентоз в со-ставе нуклеиновых кислот | <p>Подготовка химической посуды и оборудования.<br/>Приготовление реагентов: 1%-ный раствор дифениламина, орциновый реагент,<br/>10%-ный раствор хлорного железа <math>\text{FeCl}_3</math>, концентрированная 30%-ная соляная кислота <math>\text{HCl}</math>, водные растворы отдельных пентоз рибозы и дезоксирибозы.<br/>Подготовка водяной бани.</p> | 4                       |
| <b>Тема</b>                                      | <b>Основное содержание</b>  | <b>Количество часов</b> |
|  |   | <b>68</b>               |
|  | <p>Проведение качественных реакций на со-держание остатков рибозы и дезоксирибозы в нуклеопротеине дрожжей и в растворах отдельных пентоз.<br/>Подведение итогов практического занятия</p>  |                         |
| Качественный и количественный                    | Подготовка к экспериментальной работе. Обсуждение качественных реакций на белки и аминокислоты  | 2                       |

*Продолжение*

|  |   |                  |
|--|---|------------------|
| енный анализ белков  | Проведение качественных реакций на белки: биуретовой реакции на содержание белка в гидролизате дрожжей, полученном ранее.<br>Проведение нингидриновой реакции. Изучение спектрофотометрического метода обнаружения белка и метода Бредфорда | 2                |
|  | Проведение первого этапа иммуноанализа. Работа с литературой.<br>Просмотр видео   | 2                |
|  | Завершение работы с набором по иммуно- анализу. Оценка результата   | 2                |
| PyMol — программа для визуализации пространственной структуры биомолекул | Знакомство с уровнями структурной организации биомолекул и PDB-банком. Знакомство с интерфейсом пользователя PyMol и возможностями визуализации элементов структуры белка на примере калиевого канала (PDB ID: 1BL8)                        | 8                |
|  | Визуализация структуры гемоглобина, титина, антитела (PDB ID: 1HNB, 3B43, 1IGT соответственно). Работа с командной строкой PyMol  |                  |
| Тема   | Основное содержание   | Количество часов |
|  |   | 68               |
|  | Визуализация структуры нуклеосомы, т-RНК, ДНК (PDB ID: 5CPI, 5L4O, 1BNA)  |                  |

*Продолжение*

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | соответственно)  |   |
|  | Самостоятельный поиск белковых структур на сайтах<br><a href="https://www.rcsb.org/">https://www.rcsb.org/</a> ,<br><a href="http://pdb101.rcsb.org/">http://pdb101.rcsb.org/</a> , их визуализация в PyMol  |   |
| Modeller — программы для компьютерного моделирования пространственной структуры белков | Теоретическая подготовка, знакомство с методом гомологичного моделирования. Подготовка скриптов. Моделирование на подготовленных заранее файлах с амино- кислотной последовательностью и структурой-шаблоном   | 6 |
|  | Анализ полученной структуры в сравнении с шаблоном в PyMol. Моделирование белков с известной кристаллической структурой  |   |
|  | Знакомство с сервисами моделирования он- лайн, а также базами данных <a href="http://www.uniprot.org/">http://www.uniprot.org/</a> и <a href="https://swissmodel.expasy.org/">https://swissmodel.expasy.org/</a> Поиск и изучение пространственных моделей белков по собственному выбору |   |
|  |  |   |
| Профессия биохимик   | Работа с альманахом «Атлас новых профессий». Перспективы изучения науки биохимии и профессионального самоопределения (в формате круглого стола или урока-дискуссии)  | 2 |

## **Планируемые результаты освоения курса**

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие **предметные результаты**.

*Учащийся научится:*

- раскрывать на примерах роль биохимии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека;
- демонстрировать на примерах взаимосвязь между биохимией и другими естественными науками;
- составлять молекулярные и структурные формулы органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определённому классу соединений;
- характеризовать органические вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками веществ;
- обосновывать практическое использование органических веществ и их реакций в промышленности и быту;
- использовать знания о составе, строении и химических свойствах белков, липидов, углеводов и нуклеиновых кислот для применения в научной и практической деятельности;
- использовать на практике различные методы биохимии — экстракцию нуклеиновых кислот из биологических объектов, спектрофотометрию в УФ-видимой области, тонкослойную хроматографию;
- выполнять химический эксперимент в соответствии с правилами и приёмами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием:
  - по получению образца нуклеиновых кислот клеток лука, нуклеопротеина дрожжей, липидной фракции желтка куриного яйца;
  - по разделению биомолекул;
  - по проведению качественных реакций на наличие в нуклеиновых кислотах остатков пуриновых оснований,

рибозы/дезоксирибозы, фосфорной кислоты;

- по проведению количественного анализа фосфатидилхолина;
- по проведению качественных и количественных реакций на белки и аминокислоты;
- владеть правилами и приёмами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;

- владеть методами компьютерной визуализации биомолекул с использованием программы PyMol;
- строить модели белков с помощью метода гомологичного моделирования;
- критически оценивать и интерпретировать с точки зрения естественно-научной корректности химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях, в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий.

*Учащийся получит возможность научиться:*

- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию биохимии как науки на различных исторических этапах её развития;
- использовать методы научного познания при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных биохимических методов;
- характеризовать роль белков и нуклеиновых кислот как важнейших биологически активных веществ.

## **Оценка достижения планируемых результатов усвоения курса**

1. Какими бывают типы азотистых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот, и каково их строение?
2. Опишите условия определения пуриновых и пиrimидиновых оснований в составе нуклеиновых кислот.
3. Опишите строение и различие молекул рибозы и дезоксирибозы в циклической форме.

4. С помощью каких реакций (кратко опишите) можно определить наличие рибозы и дезоксирибозы в образцах нуклеиновых кислот? Есть ли среди них специфичные реакции?
5. По какому алгоритму строится модель пространственной структуры белка при гомологичном моделировании?
6. Перечислите основные этапы любого метода получения геномной ДНК из живого объекта и объясните суть каждого этапа.
7. Что представляют собой нуклеазы и каких типов они бывают?
8. Назовите основной компонент фосфолипидов яичного желтка.
9. Где будет находиться целевой продукт — на интерфазе (поверхности раздела фаз) или в растворе (органическая фаза) при экстракции липидов желтка смесью хлороформ : метанол или хлороформ : этанол (2:1)? У какого из компонентов смеси пройденный путь при разделении, а значит  $R_f$ , будет меньше: у того, сродство которого больше к подвижной фазе, или у компонента, сродство которого больше к носителю — силикагелю?
10. Подумайте, как в программе PyMol показать водородные связи внутри  $\square$ -спиралей.
11. В вашей смеси есть фосфатидилхолин и фосфатидилэтаноламин. После окрашивания каким реагентом вы увидите только фосфатидилэтаноламин?
12. В чём заключается главное отличие фенол-хлороформного метода от метода кислотного гидролиза?
13. Каким способом можно определить белковую примесь в образце нуклеиновых кислот?
14. Вы разделяете при помощи гель-фильтрации белки с молекулярной массой 15 и 25 кДа. Какой из них выйдет с колонки раньше?
15. Каков вид зависимости оптической плотности от концентрации: линейная, квадратичная, логарифмическая?
16. В каком интервале оптической плотности выполняется закон Бугера—Ламберта—Бера в случае вашего эксперимента?

Отличается ли он от наиболее часто используемого диапазона?

### **Средства обучения и воспитания**

В основе использования средств обучения и воспитания лежат приоритеты неукоснительного соблюдения правил техники безопасности, совместной работы педагога и обучающегося, интегрирования современных форм обучения и комплексного воздействия на кинестетическую, аудиальную и визуальную системы восприятия.

**1. Оборудование:** весы, спектрофотометр, УФ-лампа для ТСХ, камера для ТСХ, спиртовка, набор для иммуноанализа.

**2. Расходные материалы и посуда:** цилиндры 25 мл, помпы для пи- петок, пипетки 2 мл, пипетки 0,1 м, делительные воронки, пробирки пластиковые 50 мл.

**3. Реактивы:** хлороформ, этанол, роданид аммония, сульфат натрия безводный, хлорид железа (6-водный), гидразин солянокислый, нинги- дрин, фосфорномолибденовая кислота, молибдат натрия, молибдено- кислый аммоний, додецилсульфат натрия, хлорид натрия, цитрат натрия, ЭДТА, нитрат серебра, нуклеотиды, азотная кислота, серная кислота, со- ляная кислота, дифениламин, дезоксирибоза и рибоза, орцин (5-метил- резорцин), хлорное железо.

**4. Объект:** дрожжи.

4.1. Информация о красителях: <https://ru.lumiprobe.com/protocols>

4.2. Рекомендации по приготовлению буферных растворов: <https://www.sigmaaldrich.com/life-science/core-bioreagents/biological-buffers/learning-center/buffer-reference-center.html>

**5. Информационно-коммуникативные средства:**

5.1. Комплект настольных игр по «Атласу новых профессий»: <http://box.atlas100.ru/#future>

5.2. Видеолекторий:

<https://www.youtube.com/watch?v=nQbI3QC4t4Q&index=16&list=PLF6TGk>

0UjYG79EHvCt9rsWBWMfRMewRj7

<https://www.youtube.com/watch?v=XI6eivdt8Bk&list=PLF6TGk0UjYG79EH>

vCt9rsWBWMfRMewRj7&index=17

<https://www.youtube.com/watch?v=puceKBWzeqQ&t=19s>

<https://www.youtube.com/watch?v=qHeG03pJSfk&t=14s>

<https://www.youtube.com/watch?v=FZmO53ebWcA&list=PLF6TGk0UjYG79>

EHvCt9rsWBWMfRMewRj7&index=18

<https://www.youtube.com/watch?v=onogRbU6pQc&list=PLF6TGk0UjYG79>

EHvCt9rsWBWMfRMewRj7&index=19

<https://www.youtube.com/watch?v=E1dwk6RVnB4>

<https://www.youtube.com/watch?v=0k6Z49y7sqE&t=13s>  
<https://www.youtube.com/watch?v=rJRouJJPFIg&t=18s>  
[https://www.youtube.com/watch?v=k5\\_GJkEaSwo](https://www.youtube.com/watch?v=k5_GJkEaSwo)  
<https://www.youtube.com/watch?v=tYjur3DSHYE>.  
<https://www.youtube.com/watch?v=7smVNdt9bSY>  
[https://foxford.ru/eents/246?ref=p308\\_url](https://foxford.ru/eents/246?ref=p308_url)

<https://www.youtube.com/watch?v=eb5G2ConR3Y>  
<https://www.youtube.com/watch?v=GL092Stgumk&t=13s>  
<https://www.youtube.com/watch?v=WxvdZCdLoVo&t=20s>

### *Список литературы*

1. *Болдырев А. А. Введение в биохимию мембран / А. А. Болдырев.* — М.: Высшая школа, 1986.
2. *Ленинджер А. Основы биохимии / А. Ленинджер.* — М.: Мир, 1985. — Т.1.
3. *Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия / Ю. А. Овчинников.* — М.: Просвещение, 1987.
4. *Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Элиот, У. Элиот, К. Джонс.* — М.: Мир, 1991. — С. 379 — 426.
5. *Хайс И. М. Хроматография на бумаге / И. М. Хайс, К. Мацек.* — М.: Издательство иностранной литературы, 1962.
6. *Stadelman W. J. Egg Science and technology / W. J. Stadelman, O. J. Cotterill.* — 4th Edition. — New York: The Haworth Press, 1995.
7. *Stewart J. C. M. Colorimetric determination of phospholipids with ammonium ferrothiocyanate / J. C. M. Stewart // Anal Biochem.* — 1980. — V. 104. — P. 10 — 14.
8. *Vaskovsky V. E. A universal reagent for phospholipid analysis / V. E. Vaskovsky, E. Y. Kostetsky, I. M. Vasendin // Journal of Chromatography A.* — 1975. — Volume 114. — Issue 1. — P. 129 — 141.

### *Интернет-ресурсы*

1. Научный журнал «Биохимия»:  
<https://www.libnauka.ru/journal/biohimiy>  
a/
2. Сайт biomolecula.ru (например, статья «Липидный фундамент жизни»):

<https://biomolecula.ru/articles/tetrodotoksin-istoriia-elegantnogo-ubiitsy> <https://biomolecula.ru/articles/12-metodov-v-kartinkakh-proteomika> <https://biomolecula.ru/articles/obo-vsekh-rnk-na-svete-bolshikh-i-malykh> <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-cekvenirovanie-nukleinovykh-kislot>

<https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-polimeraznaia-tsepnaia-reaktsiia>

<https://biomolecula.ru/articles/nauka-daet-shans-molekuliarnaia-biologija-v-meditsine>

<https://biomolecula.ru/articles/lipidnyi-fundament-zhizni>

<https://biomolecula.ru/articles/pojavlenie-i-evoliutsiia-kletochnoi-membrany>

