

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕСИТЕТ ИМ. В.П. АСТАФЬЕВА»
(КГПУ им. В. П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии
Кафедра биологии, химии и методики обучения

КАЗАКОВА НАТАЛЬЯ АНАТОЛЬЕВНА

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**ФОРМИРОВАНИЕ ЦИТОЛОГИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ РАЗДЕЛА
«ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ» НА ОСНОВЕ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ
БИОЛОГИИ И ХИМИИ**

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Биология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:
Зав. кафедрой
Антипова Е.М., д.б.н., профессор
« » _____ 2025 г. _____

Руководитель:
Голикова Т.В., к.п.н., доцент
«19» мая 2025 г. _____

Дата защиты 16 июня 2025 г.

Обучающийся Казакова Н.А.
« » _____ 2025 г. _____
(дата, подпись)

Оценка _____
(прописью)

Красноярск 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ЦИТОЛОГИЯ КАК НАУКА О СОСТАВЕ, СТРОЕНИИ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТОК	6
1.1. Включение основ цитологической науки в школьный курс биологии	6
1.2. Роль межпредметных связей биологии и химии в формировании и развитии цитологических понятий	12
ГЛАВА II. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ ЦИТОЛОГИИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ	17
2.1. Современное состояние исследуемой проблемы в школьной практике	18
2.2. Методические особенности изучения цитологических понятий раздела «Общая биология» на основе межпредметных связей биологии и химии	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	54

ВВЕДЕНИЕ

Для каждого молодого педагога одной из задач является понимание структуры межпредметных связей, их значения, овладение способами реализации, а также связь межпредметных знаний с интеграцией. Передовые педагоги разных стран в разное время подчеркивали необходимость взаимной связи между учебными дисциплинами для отражения целостной картины мира, для создания верной системы знаний, а также необходимость обобщенного познания и целостности познавательного процесса.

Для эффективной реализации межпредметных связей, необходимо уметь выстраивать эти связи, понимать, каким образом организовать учебное пространство, взаимодействие участников образовательного процесса и изучаемого материала, иными словами понимать дидактические принципы реализации межпредметных связей. В первую очередь необходима органичная связь с учебным материалом по предметам. Для учителя биологии такими предметами являются физика, химия, география.

Межпредметный материал обязан отражать общепризнанные положения, теории, факты. Они должны быть верны с точки зрения всех наук, между которыми устанавливается связь. Но также материал необходимо подавать в доступной форме, не допускать перегрузки обучающихся. В итоге межпредметный материал должен развивать естественнонаучное мышление и формировать научное мировоззрение учащихся [Нарушевич, 2015]. Кроме этого важно понимать, что сами по себе межпредметные связи – это элемент глобального процесса интеграции, который сейчас считается одним из важнейших направлений новых ФГОС.

На сегодняшний день в связи с построением единого образовательного пространства и изменений в структуре учебников, требуются дополнительные исследования в вопросе интеграции знаний из смежных дисциплин. Их результаты приведут к улучшению качества образования, повышению уровня усвоения знаний обучающимися и удовлетворение

современных требований образовательной системы.

Объект исследования: образовательно-воспитательный процесс по биологии в школе, включающий формирование и развитие знаний о составе, строении и жизнедеятельности клеток.

Предмет исследования: содержание и методика формирования предметных результатов обучающихся при изучении раздела «Цитология».

Цель исследования: оценка использования методических материалов с межпредметным содержанием по биологии и химии для формирования цитологических понятий у обучающихся.

Гипотеза: внедрение межпредметных связей биологии и химии при изучении курса общей биологии способствует более глубокому и осмысленному формированию цитологических понятий у обучающихся.

Задачи исследования:

1. Изучить особенности химического состава, строение, жизнедеятельность и функции клеток в специальной биологической литературе.
2. Проанализировать содержание и структуру учебного материала учебника биологии по формированию и развитию цитологических понятий.
3. Разработать методику формирования цитологических понятий раздела «Общая биология» на основе межпредметных связей биологии и химии.

Для решения поставленных задач были использованы следующие *методы исследования* [Хорченко, 2014]: эмпирические: наблюдение, эксперимент, измерение; теоретические: анализ, индукция, осмысление, обобщение.

Исследование осуществлялось *в три этапа*. На первом этапе был проведен анализ психолого-педагогической, методической и учебной литературы, который позволил определить цель, задачи, предмет, объект исследования, а также определить актуальность темы.

На втором этапе был проведен анализ состояния исследуемой

проблемы в школе, осведомленности учителей в вопросах использования методических материалов с межпредметным содержанием.

На третьем этапе были разработаны и апробированы учебно-методические материалы с межпредметным содержанием, сформулированы выводы, оформлена выпускная квалификационная работа.

Практическая значимость заключается в разработке вопросов, заданий межпредметного характера на основе содержания обновленных учебников биологии и химии.

Личный вклад состоит в анализе существующих научных источников и учебных материалов, изучении методов интеграции межпредметных связей в образовательный процесс, а также подготовке дополнительных учебных материалов на основе обновленных учебников.

База исследования: обучающиеся МКОУ Новохайская школа Богучанского района Красноярского края.

Структура выпускной квалификационной работы состоит из 56 страниц печатного текста, включает введение, две главы, заключение, список использованных источников из 40 наименований.

ГЛАВА I. ЦИТОЛОГИЯ КАК НАУКА О СОСТАВЕ, СТРОЕНИИ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТОК

1.1. Включение основ цитологической науки в школьный курс биологии

Биологическое образование вносит существенный вклад в формирование естественнонаучного мировоззрения и создает фундамент для подготовки специалистов различного профиля. Важнейшей составляющей системы содержания биологического образования являются цитологические понятия. Они охватывают огромный круг вопросов теоретического и прикладного значения, входят в содержание всех разделов школьного курса и призваны обеспечить понимание целостности жизни. В то же время курс цитологии в составе дисциплины «Гистология. Эмбриология. Цитология» является неотъемлемой частью высшего медицинского образования: знания о структуре и деятельности клеток необходимы для изучения базовых медицинских дисциплин, понимания патогенеза заболеваний человека, практического применения в диагностике заболеваний.

Таким образом, цитологические понятия устанавливают логические связи на школьном и вузовском этапах обучения в отдельности и обеспечивают преемственные связи между ними [Минченков, 2020]. Учитывая значимость знаний основ цитологии при итоговой аттестации и отборе учащихся для поступления в вузы, в кодификаторе элементов содержания единого государственного экзамена (ЕГЭ) по биологии выделен самостоятельный блок «Клетка как биологическая система».

Цитологии, как отрасли биологической науки, уделяется явно недостаточное внимание и время за период обучения в школе. Этому есть логичное объяснение - продолжительность урока, частота занятий по биологии, число учеников в классе - все эти факторы не могут способствовать повышению уровня знаний, а главное - пониманию цитологии. В то же время, если говорить о обучающихся, планирующих поступать в медицинский ВУЗ, то становится совсем не понятно, как

добиться достаточного уровня знаний в этой области. Хочется подчеркнуть, - не достигнуть желаемого балла на ЕГЭ, а именно владеть предметом настолько, насколько требует уровень вузовской программы. На цитологии строятся практически все биологические науки, преподаваемые в высшей школе - микробиология, гистология, патологическая анатомия, морфология, физиология. Осознав свою несостоятельность в знаниях цитологии, ученики прибегают к помощи репетиторов. Но, к сожалению, не все могут себе позволить услуги частных педагогов, но совокупность всех упомянутых факторов не дает права учителям школ (при всем глубоком уважении) лишать будущего заинтересованных в науке детей, равно как и лишать нашу страну светлых умов и в будущем достойных ученых [Хасанов, 2016].

В ходе работы был выявлен ряд противоречий:

- необходимость обеспечения согласованности и преемственности школьного и вузовского этапов и отсутствием соответствующих учебно-методических материалов (согласованных программ, учебников и учебных пособий, методических рекомендаций);
- декларируемая целью развития личности и практикой обучения, ориентированной, главным образом, на решение узкопрофильных задач;
- интенсивным развитием цитологии, достижениями методической науки и их недостаточной реализацией в практике образования;
- необходимость развития познавательной активности учащихся и преобладающим в массовой практике стилем обучения, ориентированным преимущественно на передачу готовых знаний;
- безусловная значимость наглядности в формировании понятий и преобладанием словесных методов обучения основам цитологии в школе [Чашина, 2015].

Мы рассмотрели основные цитологические вопросы, изучение которых предполагается в школьном курсе биологии.

Как наука, цитология занимается изучением клеток, их структуру, функции, развитие и взаимодействие. История цитологии охватывает

несколько ключевых этапов, каждый из которых значительно способствовал развитию знаний о клетках. Первое упоминание о концепции клеток зафиксировано в трудах древнегреческих философов, среди которых особенно выделяется Аристотель. Этот мыслитель проявлял глубокий интерес к изучению организмов и их внутренней структуры, однако при этом не использовал термин «клетка», который появится значительно позже. Его исследования были преимущественно сосредоточены на понимании внутренней организации живых существ и их взаимосвязей. В ходе своих наблюдений и размышлений Аристотель сделал важнейшие предположения о природе живых организмов, которые впоследствии заложили основы для развития биологических наук. В частности, он сформулировал концепцию «Великой цепи бытия», представляющую собой модель иерархической организации всех существ, от неживых предметов и элементов природной среды до высших форм жизни, включая человека. Несмотря на то, что термин «клетка» и конкретные представления о клеточной организации появились гораздо позже, исследования и идеи Аристотеля заложили теоретическую основу для последующего освоения механизма внутренней организации организмов и их деления на структурные единицы.

Настоящий прорыв начался с изобретением микроскопа, ведь именно тогда люди впервые узнали о существовании клеток. Начало развитию микроскопии дал голландский стекольщик З. Янсен. В 1590 году он собрал простой увеличительный прибор, состоящий из двух выпуклых линз, установленных в трубке. Этот микроскоп стал основой для последующих усовершенствований. В 1664 году Роберт Гук, английский натуралист, собрал очень удобную модель микроскопа. Удобство состояло в том, что тубус мог наклоняться. Для улучшения освещения ученый придумал масляную лампу и использовал наполненный водой стеклянный шар. Через созданный прибор он наблюдает различные объекты, в том числе кору пробкового дерева. После наблюдений он публикует свой труд «Микрография», собрание биологических зарисовок микромира, где вводит

термин «клетка» для структур, которые были им обнаружены в пробковой коре. Он упомянул о "клетках", поскольку увиденные им структуры напоминали ячейки монастыря.

На дальнейшее развитие микроскопии оказал влияние Антони ван Левенгук, голландский ученый. За счет полировки и шлифовки линз он улучшает микроскоп настолько, что в него теперь можно увидеть множество микроскопических животных, бактерии и сложные детали объектов. Это стало важнейшим шагом в цитологии. В 1802 году ученый из Франции Ш. Бриссо-Мирбе установил, что клетки растений образуют ткани и все растения состоят из подобных тканей. А Ж.Б. Ламарк распространил эту идею на животный мир. В 1838 году немецкий ботаник Маттиас Шлейден выпустил книгу «Материалы к филогенезу», в которой содержалась идея, что клетка — основная структурная единица растений. Через год немецкий физиолог Теодор Шванн, основываясь на этой книге, впервые сформулировал клеточную теорию.

1. Все организмы состоят из одной или более клеток.

2. Клетка является основным структурным и функциональным единицей жизни.

3. Все клетки возникают из других клеток.

В дальнейшем к теории добавили исследования о клеточном делении (Рабен 1855) и о механизмах, связанных с клетками (К. Бэр, Р. Вирхов).

Развитие электронного микроскопа в 1930-х годах предоставило ученым возможность изучать клеточную структуру с невиданной ранее детализацией, открыв такие органеллы, как митохондрии и рибосомы. В 1950-х и 1960-х годах молекулярная биология начала влиять на цитологию, что особенно пригодились в контексте изучения ДНК и РНК, механизмов передачи наследственной информации и клеточного цикла.

Сегодня цитология продолжает развиваться и включать в себя аспекты молекулярной биологии, генетики, биохимии и других областей. В это развитие вносят большой вклад современные методы цитологии.

Основные методы цитологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Методы цитологии

Методы	Их характеристика
Микроскопические	Основан на использовании световых и электронных микроскопов, с добавлением флуоресцентных красителей. Биохимические методы используют химические реакции для обнаружения определенных компонентов клеток
Молекулярно-генетические	Позволяют исследовать генетический аппарат клетки
Компьютерные	Помогают количественно оценивать клеточные компоненты, а также проводить моделирование клеточных процессов
Использование клеточных культур	Метод позволяет исследовать поведение клеток в контролируемых условиях. Клетки могут быть изолированы и культивированы для изучения клеточной терапии, токсикологии, фармакологии и многого другого

Всё это позволяет сказать, что на сегодняшний день наука обладает обширными знаниями по строению и жизнедеятельности клеток. Общий план строения клетки представлен на рисунке 1.

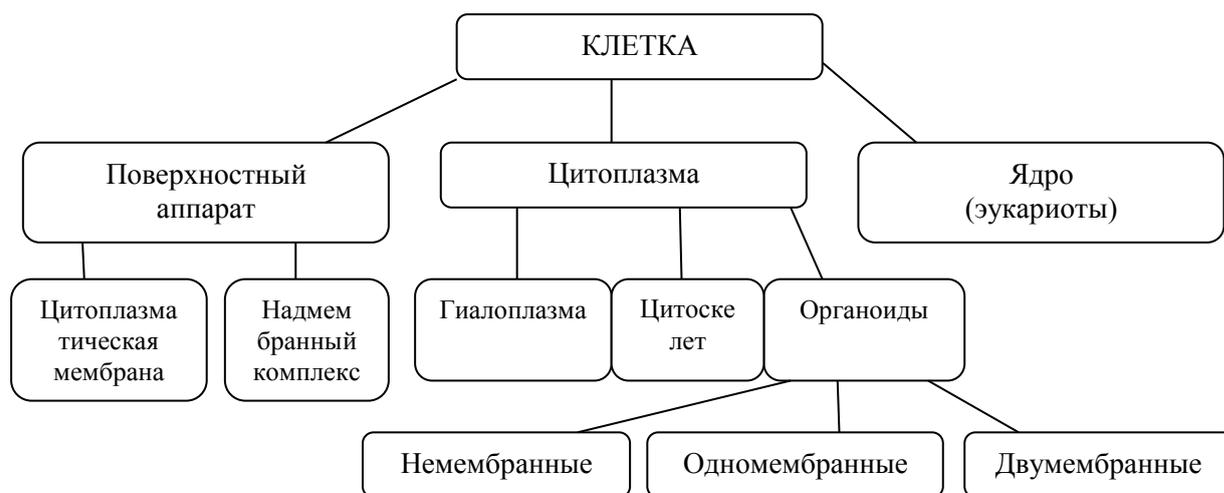


Рисунок 1 – Общий план строения клетки

Хотя современная клеточная теория говорит о единстве принципа строения и развития всех живых организмов, имеющих клеточное строение, а сама клетка рассматривается в качестве единого структурного элемента живых организмов, нельзя забывать о том, что в природе существует огромное разнообразие клеток. И в первую очередь различия между царствами живых организмов основываются на разнице в строении их клеток. На рисунке 2 представлены основные органоиды клеток растений, животных и бактерий. Но всё же между любыми клетками наблюдается гораздо больше общего, чем различий. Это объясняется тем, что все они существуют в одинаковых земных условиях и имеют сходные адаптации. А являясь живыми биологическими системами обладают всеми признаками живого.

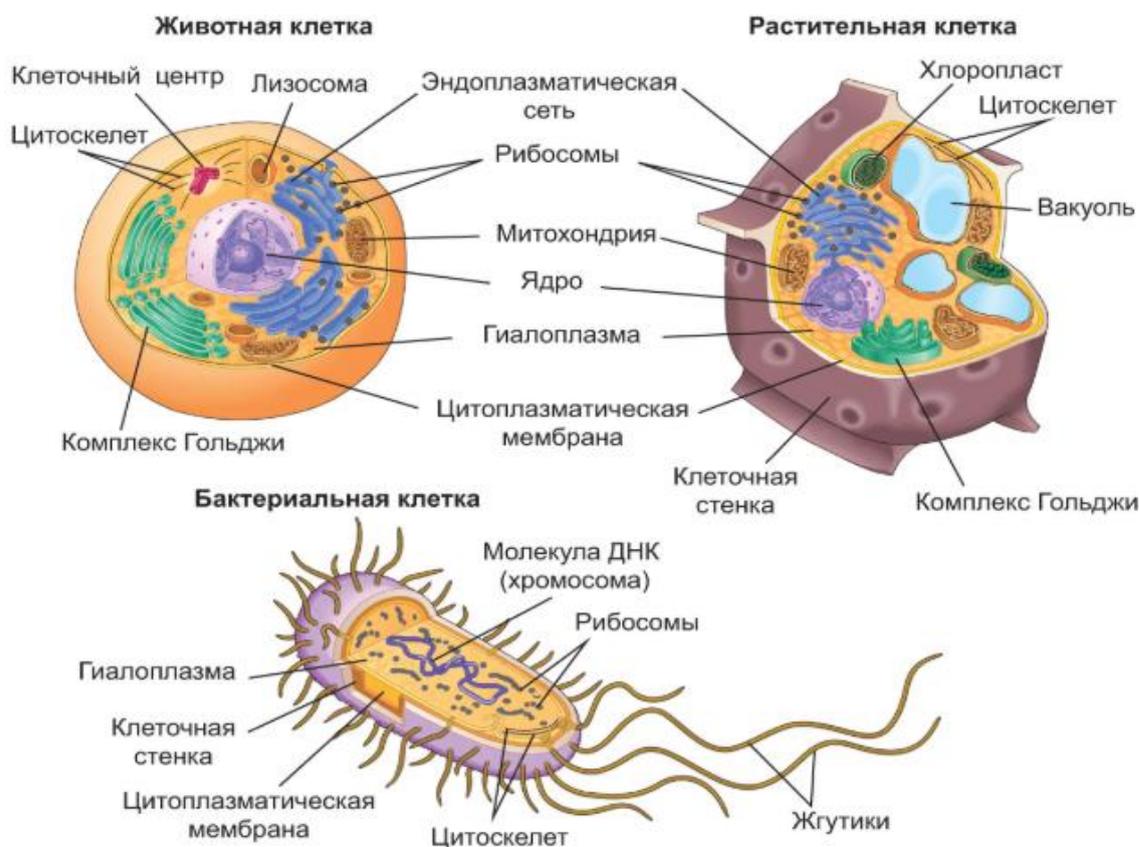


Рисунок 2 – Строение растительной, животной и бактериальной клеток

Современная наука утверждает, что клеточная структура является главной формой существования жизни. Совершенствование клеточной структуры явилось главным направлением эволюционного развития живой природы. В связи с этим, изучение цитологии является ключевым аспектом биологических и медицинских исследований, оно открывает новые горизонты в понимании жизни и предоставляет инструменты для решения множества актуальных проблем в здоровье, сельском хозяйстве и экологии.

1.2. Роль межпредметных связей биологии и химии в формировании и развитии цитологических понятий

В современном образовательном пространстве обучающиеся получают широкие знания по различным предметам, приобретая необходимые навыки и умения в определенных областях. Но не всегда результатом обучения является формирование полноценной картины окружающего мира, всестороннее развитие учащихся. Чтобы достичь такого результата, необходима интеграция знаний. Сегодня учитель уже не может работать с опорой только на свой предмет – действующая нормативная база, сформулированные во ФГОС личностные и метапредметные результаты подтверждают, то одним из направлений развития образования является межпредметный подход [Федеральный...2022].

Для этого во всех школьных предметах используются межпредметные связи. Межпредметные связи при их целенаправленном и постоянном осуществлении перестраивают процесс обучения, выступая как современный дидактический принцип, устраняют противоречия между разрозненным по разным предметам усвоением знаний, отражаясь на практике трудовой деятельности и жизни человека. Умение комплексного применения, синтеза знаний, переноса идей и методов находится в основе творческого подхода к различной деятельности человека в современных условиях. Задача школы – используя межпредметные связи в каждом

учебном предмете, вооружить такими умениями. Поиск эффективных путей повышения воспитательного уровня процесса обучения в школе все больше обращает внимание педагогов, ученых и практиков к проблемам межпредметных связей. В исследованиях известных ученых-педагогов И.Д. Зверева, В.М. Короткова, М.Н. Скаткина и др. межпредметные связи выступают как условие целостности обучения и воспитания, способ комплексного подхода к межпредметной системе обучения.

Одним из наиболее полных определений рассматриваемого нами понятия является следующее: «Межпредметные связи есть педагогическая категория для обозначения синтезирующих, интеграционных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, которые отражены в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняют образовательную, развивающую и воспитательную функции. Они представляют собой одну из конкретных форм общего методологического принципа системности, который определяет особый тип мыслительной деятельности – системное мышление» [Максимова, 1987].

В процессе активного изучения межпредметных связей возникла необходимость их классификации. В 70-е годы 20 века в дидактике была введена категория типов межпредметных связей, объединяющая несколько родственных связей. Последние стали относить к видам. Тогда и были выработаны подходы к выявлению их типов и видов (см. рис. 3).



Рисунок 3 – Типы и виды межпредметных связей при изучении
естественнонаучных дисциплин [Федорец, 1983]

Анализ данных рисунка показал, что среди типов межпредметных связей выделяют временные, которые показывают, какие знания, привлекаемые из других дисциплин, уже получены учащимися, а какие только предстоит изучить; какая тема является ведущей; как долго происходит взаимодействие тем в процессе осуществления межпредметных связей [Сабилова, 2025]. Например, изучая тему «Белки», мы можем видеть, что изучение данной темы в курсе химии происходит гораздо позже, чем в биологии. Но для понимания многих процессов, происходящих в организмах, учащимся необходимы знания о структуре и химических свойствах белков.

Содержательные связи – это установление сходства фактов, использование общих фактов, изучаемых в различных предметах и их всестороннее рассмотрение с целью обобщения знаний об отдельных явлениях, процессах и объектах изучения. Так понятие о веществах рассматривается не только на уроках химии, но и физики, биологии, географии. Операциональные межпредметные связи (ОМС) — это связи, устанавливаемые между предметами на основе использования одних и тех же методов, операций, приемов работы, которые применяются в разных областях знаний для решения определенных задач. Это использование математических операций для решения задач по химии и биологии, умение «читать» графики и диаграммы, составлять таблицы, анализировать тестовую информацию, проводить исследования и эксперименты, а также умение устно описывать, объяснять, аргументировать. Это помогает учащимся лучше понимать, как различные предметы связаны друг с другом и как можно применять знания из одной области для решения проблем в другой.

В процессе обучения учитель старается использовать все виды межпредметных связей. Однако содержательные связи используются наиболее часто. Это связано с общностью изучаемых на уроках естественнонаучных дисциплин объектов [Федорова, 1980].

Имеются и другие классификации межпредметных связей. Так, В.Н. Максимова [1987] предложила такую классификацию видов межпредметных связей: содержательно-информационные, операционно-деятельностные, организационно-методические.

В.С. Кукушин [2005] выделяет такие типы межпредметных связей, как учебно-междисциплинарные прямые; исследовательско-междисциплинарные прямые; ментально-опосредованные и опосредованно-прикладные связи.

По мнению авторов, выделенные типы межпредметных связей способствуют формированию целостного знания и системного мышления, в чем выражается их методологическая функция. Образовательная функция межпредметных связей позволяет формировать глубину, осознанность и гибкость знаний. Развивающая функция позволяет преодолеть инертность мышления, расширяет кругозор учащихся и призывает их проявлять творчество, активность и самостоятельность. Опираясь на связи с другими предметами, преподаватель реализует комплексный подход к воспитанию, в чем проявляется воспитательная функция межпредметных связей. Конструктивная функция межпредметных связей в том, что их помощью происходит совершенствование содержания учебного материала, форм и методов организации обучения (Сабирова, 2025)

С учетом вышеизложенного в осуществлении междисциплинарных связей можно выделить следующие основные направления [Богачик, 2015]:

1 - согласование во времени изучения различных дисциплин, профессиональных модулей с таким расчетом, чтобы изучение одних предметов способствовало подготовке к познанию других;

2 - преимущество в развитии понятий и в выработке обобщенных умений и навыков;

3 - осуществление единого подхода к формированию общих, интегративных, понятий, умений и навыков;

4 - единство требований к усвоению знаний и интегрированных понятий и овладению обобщенными умениями и навыками;

5 - широкое использование при изучении одного предмета знаний, умений и навыков, приобретаемых учащимися в процессе изучения других учебных дисциплин, профессиональных модулей;

6 - показ общности методов исследования, применяемых в различных науках, и раскрытие их специфики;

7 - раскрытие взаимосвязи явлений, изучаемых на учебных занятиях, по различным дисциплинам, профессиональным моделям, показ единства материального мира.

Содержание, объем, время и способы использования знаний из других предметов, т.е. реализация принципа межпредметности, можно определить только на основе планирования. Для этого необходимо тщательное изучение рекомендаций, данных учебных программ в разделах «Межпредметные связи» по каждой учебной теме курса, а также изучение учебных планов и материала учебников, учебных пособий смежных предметов.

Активизация познавательной деятельности учащихся, выработка у них навыков творчески решать учебные задания, систематически пополнять свои знания самообразованием, применять приобретенные знания на практике – немаловажные задачи, которые сегодня стоят перед школой. Межпредметные связи с методической точки зрения представляют собой использование знаний, полученных на уроках разных дисциплин, для лучшего восприятия и осознания изучаемого объекта в данном учебном предмете [Зверев, 1997].

ГЛАВА II. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВ ЦИТОЛОГИИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

2.1. Современное состояние исследуемой проблемы в школьной практике

Рабочая программа учебного предмета «Биология. Базовый уровень» определяет следующие предметные результаты, достижение которых непосредственно опирается на межпредметные связи (цитологические понятия, как было сказано в первой главе, формируются на основе знаний из курса химии):

- умение раскрывать содержание биологических терминов и понятий: жизнь, клетка, организм, метаболизм (обмен веществ и превращение энергии), гомеостаз (саморегуляция), уровневая организация живых систем, самовоспроизведение (репродукция), наследственность, изменчивость, рост и развитие;
- умение излагать биологические теории (клеточная, хромосомная, мутационная, центральная догма молекулярной биологии), законы (Г. Мендель, Т. Морган, Н.И. Вавилов) и учения о центрах многообразия и происхождения культурных растений Н.И. Вавилова, определять границы их применимости к живым системам;
- умение выделять существенные признаки вирусов, клеток прокариот и эукариот, одноклеточных и многоклеточных организмов, особенности процессов: обмена веществ и превращения энергии в клетке, фотосинтеза, пластического и энергетического обмена, хемосинтеза, митоза, мейоза, оплодотворения, размножения, индивидуального развития организма (онтогенез);
- умение применять полученные знания для объяснения биологических процессов и явлений, для принятия практических решений в повседневной жизни с целью обеспечения безопасности своего здоровья и здоровья

окружающих людей, соблюдения норм грамотного поведения в окружающей природной среде, понимание необходимости использования достижений современной биологии и биотехнологий для рационального природопользования.

Цитологические знания следует выражать как проверенный социальной практикой и удостоверенный логикой результат познания живой природы на молекулярно-клеточном уровне. Они отражаются фактами и сведениями, понятиями и суждениями, закономерностями и теориями. В качестве центрального из них выдвигается клетка как элементарная единица живого вещества. Его состав для практического использования можно изобразить с помощью логической схемы (см. рисунок 4) [Якунчев, 2021].

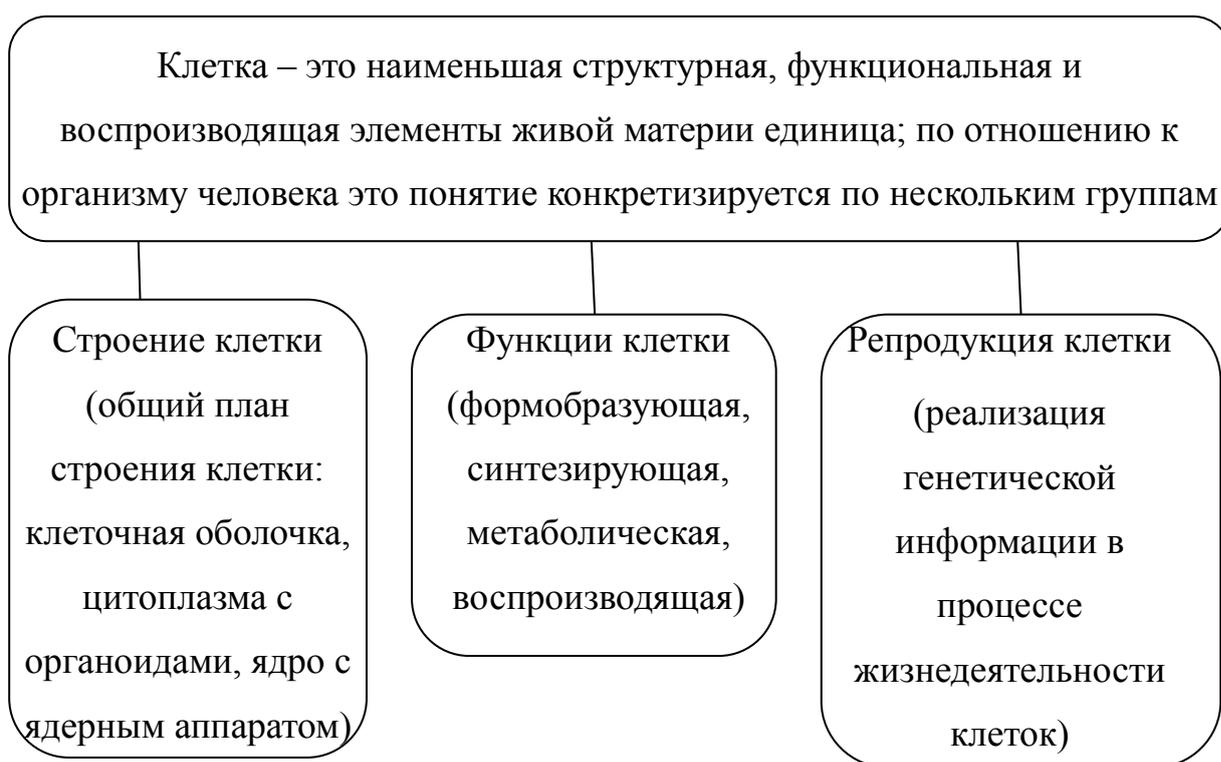


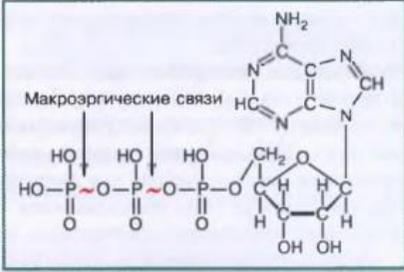
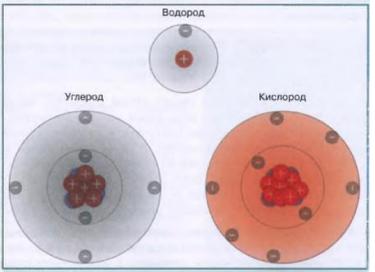
Рисунок 4 – Цитологическое содержание биологического материала

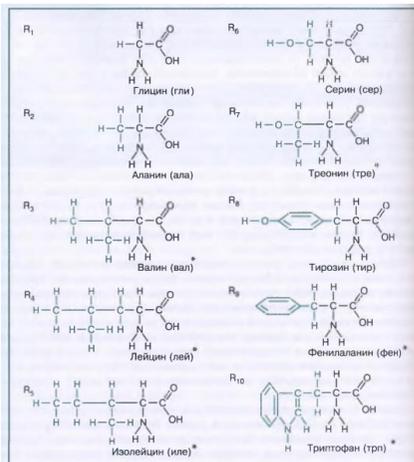
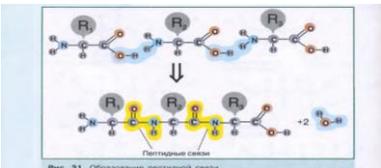
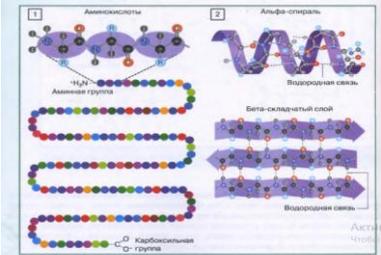
Информация, представленная на рисунке показывает, что понятие клетки как функциональной и элементарной единицы живой природы включает понятия ее строения и жизнедеятельности, что в конечном итоге имеет большое значение для понимания сущности многих биологических

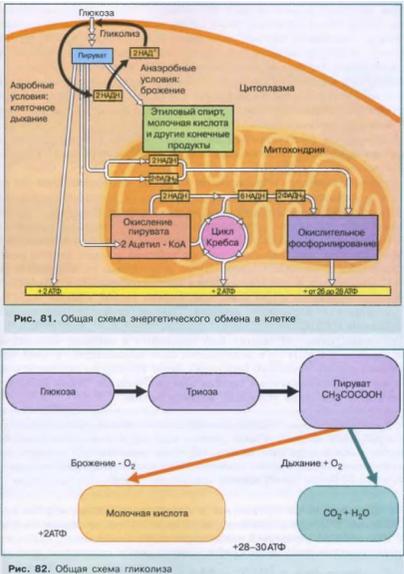
процессов, протекающих на молекулярно-клеточном уровне организации организма.

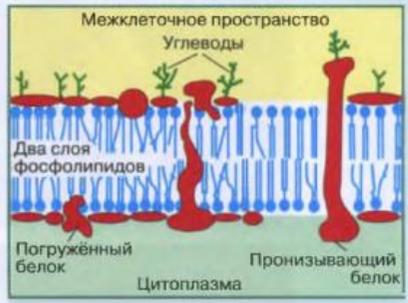
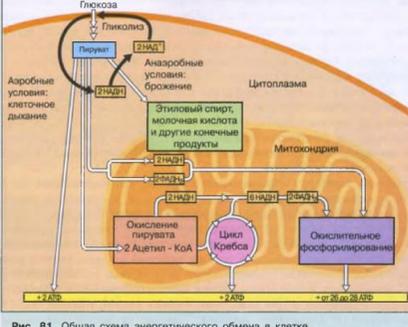
Для выявления цитологических понятий, имеющих непосредственные межпредметные связи с химией, были проанализированы рабочая программа и учебник биологии для 10 класса базового уровня подготовки под редакцией В.В. Пасечника [2023]. Данная программа является продолжением программы 5-9 классов, где биологическое образование завершается разделом «Человек». В связи с этим в 10-11 классах изучается содержание раздела «Общая биология» Изучение учебного материала начинается с раскрытия понятия «биология», методов изучения биологических систем и процессов. Далее рассматривается молекулярный уровень организации клетки, раскрываются и дополняются понятия, связанные с клеточным строением. Более полно и подробно изучаются процессы жизнедеятельности клеток, их жизненный цикл. В таблице 2 представлены цитологические понятия, изучение которых опирается на знания из различных тем химии. Причем формируются и развиваются они или непосредственно на уроках химии или опосредованно

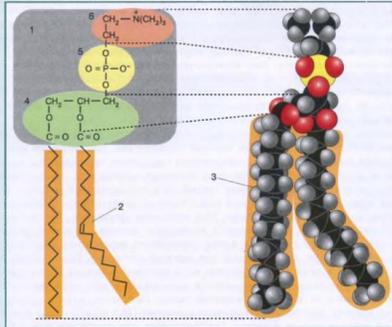
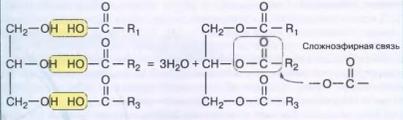
Таблица 2 – Характеристика цитологических понятий в учебнике Пасечника В.В. Биология. 10 класс. Базовый уровень [2023]

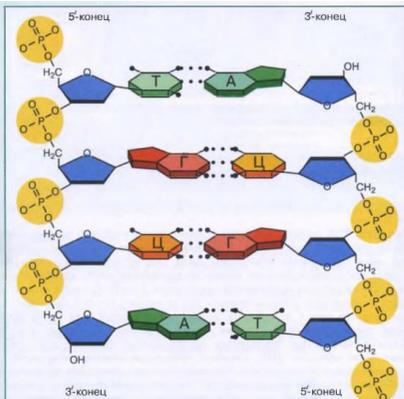
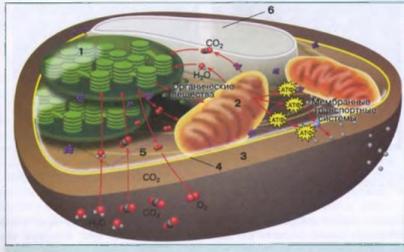
Понятие	Определение	Иллюстративный аппарат	Задания на отработку понятия
Аденозинтрифосфат	АТФ – это моонуклеотид, который состоит из аденина, рибозы и остатка фосфорной кислоты. Вещество для запасания и использования энергии в клетке	 <p>Рис. 42. АТФ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое строение имеет молекула АТФ? 2. Какое значение имеет АТФ для осуществления процессов обмена веществ у разных групп организмов?
Атом	Атом (от греч. атомос — неделимый, неразрезаемый) — частица вещества микроскопических размеров и массы, наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств	 <p>Рис. 14. Схемы строения атомов водорода, кислорода и углерода</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из чего состоят молекулы различных веществ? Что лежит в основе образования их структуры? 2. Какие особенности атомов углерода обуславливают многообразие органических веществ в природе? 3. Используя материалы свободной энциклопедии «Википедия», обобщите собственные представления о строении атома и молекул. Оформите их в виде таблицы. 4. Используя доступные информационные источники, найдите и рассмотрите таблицу химических элементов Д. И. Менделеева. Найдите в ней элементы, относящиеся к микро- и макроэлементам. Атомы нескольких химических элементов обладают строением, сходным со строением атомов углерода. Назовите эти элементы.

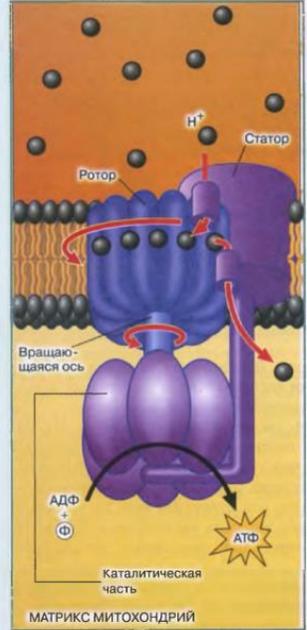
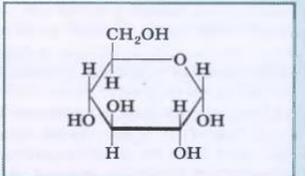
			<p>Могли бы они заменить углерод в структуре органических веществ? Ответ обоснуйте и подкрепите известными вам примерами</p>
<p>Белок</p>	<p>Белки — это полимеры, состоящие из ковалентно связанных между собой мономеров-аминокислот, имеющих сходное, но не одинаковое строения а также из компонентов неаминокислотной природы</p>	 <p>Рис. 30. Строение аминокислот: звездочкой отмечены незаменимые для человека</p>  <p>Рис. 31. Образование пептидной связи</p>  <p>Рис. 32. Первичная и вторичная структуры белка. 1 — первичная структура</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие органические вещества называют белками? 2. В чём заключаются структурные особенности аминокислот как мономеров белков? 3. Как образуется пептидная связь? 4. Что представляет собой первичная структура белка и от чего она зависит? 5. Что такое денатурация белка? Что её может вызвать? <p>Выполните лабораторную работу «Обнаружение белков с помощью качественной реакции»</p>

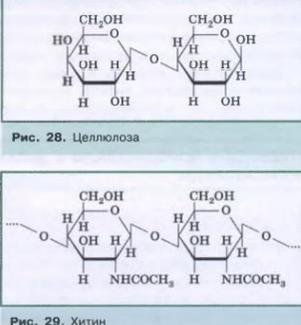
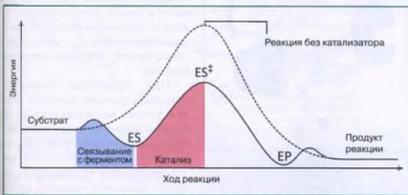
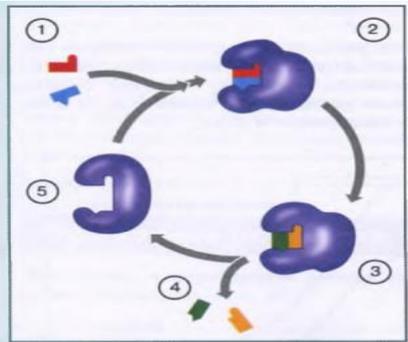
<p>Гидролиз</p>	<p>Гидролиз — химическая реакция взаимодействия вещества с водой, при которой происходит разложение этого вещества и воды с образованием новых соединений.</p>	<p>Иллюстраций в учебнике не обнаружено</p>	<p>Заданий на отработку понятия в учебнике не обнаружено</p>
<p>Гликолиз</p>	<p>Гликолиз — это анаэробный ферментативный путь расщепления глюкозы до молочной кислоты (лактата), сопровождающийся выделением энергии, запасаемой в виде АТФ.</p>	 <p>Рис. 81. Общая схема энергетического обмена в клетке</p> <p>Рис. 82. Общая схема гликолиза</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Во сколько раз клеточное дыхание эффективнее гликолиза в энергетическом плане? 2. Сравните процессы аэробного и анаэробного окисления. Ответ представьте в виде таблицы

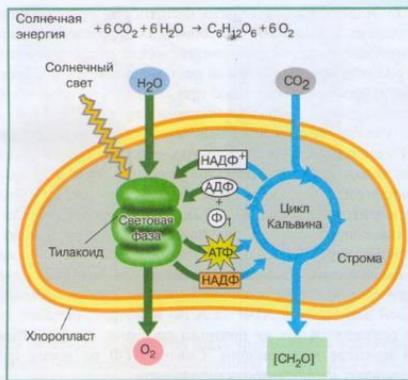
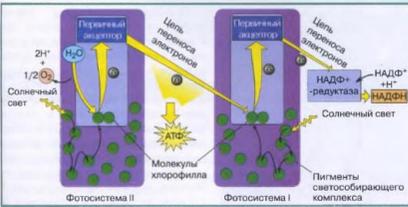
<p>Клеточная мембрана</p>	<p>Клеточная, или плазматическая, мембрана. играет роль своеобразной оболочки, позволяющей клеткам обособиться от окружающей среды и существовать отдельно друг от друга. Основу любой биологической мембраны образует двойной слой молекул фосфолипидов.</p>	 <p>Межклеточное пространство Углеводы Два слоя фосфолипидов Погружённый белок Цитоплазма Пронизывающий белок</p> <p>Рис. 58. Строение клеточной мембраны</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какое строение имеет мембрана клетки? 2. Какие функции выполняет наружная (плазматическая) мембрана? 3. Какие вещества, помимо липидов и белков, могут входит в состав внешней оболочки клетки? Какое они имеют значение? 4. Как могут проникать в клетку различные вещества? 5. Предложите схему, отражающую взаимосвязь компонентов мембраны клетки. 6. Из содержания параграфа вы узнали, что важнейшей структурой, обуславливающей существование клетки как структурной и функциональной единицы живого, является клеточная мембрана. Изучая в дальнейшем особенности строения клетки, обратите внимание на то, какие из органоидов имеют мембранное строение, а какие нет и почему.
<p>Клеточное дыхание</p>	<p>Клеточное дыхание, или биологическое окисление, — кислородный этап окисления органических соединений</p>	 <p>Гликоза Гликолиз Цитоплазма Митохондрия Аэробные условия: клеточное дыхание Анаэробные условия: брожение Этиловый спирт, молочная кислота и другие конечные продукты Окисление пирувата → 2 Ацетил - КоА Цикл Кребса Окислительное фосфорилирование + 2 АТФ + 2 АТФ + от 20 до 30 АТФ</p> <p>Рис. 81. Общая схема энергетического обмена в клетке</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Во сколько раз клеточное дыхание эффективнее гликолиза в энергетическом плане? 2. Сравните процессы аэробного и анаэробного окисления. Ответ представьте в виде таблицы
<p>Липиды</p>	<p>Вещества, имеющие разную структуру,</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие органические вещества относят к липидам? Приведите примеры.

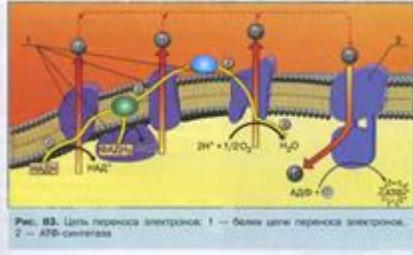
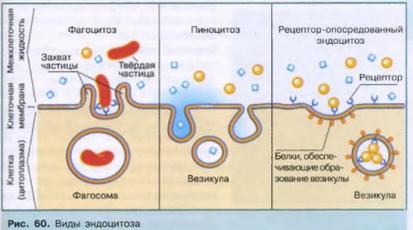
	<p>гидрофобные соединения, нерастворимые в воде (полярный растворитель). При этом достаточно хорошо растворимы в неполярных органических растворителях (хлороформе, бензоле, эфире).</p>	 <p>Рис. 24. Фосфолипиды: 1 — гидрофильная головка, 2 — гидрофобный хвост, 3 — жирные кислоты, 4 — глицерол, 5 — фосфат, 6 — холин</p>  <p>Рис. 23. Образование молекул липидов: справа — трёхатомный спирт глицерин вступает в реакцию с тремя карбоновыми кислотами; слева — в результате отщепления трёх молекул воды образуется жир-триглицерид</p>	<p>2. Какова типичная структура молекулы нейтрального жира? 3. Каковы основные функции липидов?</p> <p>Выполните лабораторную работу «Обнаружение липидов с помощью качественной реакции»</p>
<p>Нуклеиновые кислоты</p>	<p>Нуклеиновые кислоты (от лат. nucleus — ядро). являются носителями генетической информации, а также принимают участие в процессах её реализации, а точнее — в процессе синтеза белка. Мономерами являются нуклеотиды.</p>	 <p>Рис. 39. Нуклеотиды</p>	<p>1. Какую роль играют нуклеиновые кислоты в хранении и реализации наследственной информации? 2. Что представляет собой молекула ДНК как биополимер? 3. Какое строение имеет нуклеотид? 4. В чём заключается принцип комплементарности? 5. Прочитайте текст параграфа, раскрывающий структурные особенности молекул ДНК и РНК. В чём сходство и различия молекул данных нуклеиновых кислот и выполняемых ими функций? Представьте ответ в виде схемы или таблицы.</p>

		 <p>Рис. 40. Схема строения ДНК. А — аденин, Г — гуанин, Т — тимин, Ц — цитозин. Синим цветом выделен сахар дезоксирибоза, желтым — остаток фосфорной кислоты</p>	
Обмен веществ	<p>Анаболизм и катаболизм являются двумя сторонами обмена веществ (или метаболизма), который постоянно происходит во всех живых системах и составляет биохимическую основу жизни</p>	 <p>Рис. 79. Общая схема метаболизма: 1 — хлоропласт, 2 — митохондрия, 3 — клеточная стенка, 4 — клеточная мембрана, 5 — цитоплазма, 6 — вакуоль</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего клеткам нужна энергия? Откуда они её берут? 2. Какие процессы называют энергетическим обменом, а какие — пластическим обменом? 3. Чем аэробы отличаются от анаэробов? 4. Можно ли окисление веществ в живом организме назвать горением? Почему? 5. Используя ключевые слова параграфа, постройте основу схемы (ментальной карты), показывающей суть обмена веществ в клетке.

<p>Окислительное фосфорилирование</p>	<p>Синтез АТФ в митохондриях ферментом АТФ-синтетазой называют окислительным фосфорилированием, подчёркивая связь этого процесса с окислением органических субстратов.</p>	 <p>Рис. 84. Принцип работы АТФ-синтетазы</p>	<p>1. Можно ли окисление веществ в живом организме назвать горением? Почему?</p>
<p>Углеводы</p>	<p>Углеводами или сахарами называют органические соединения с общей формулой $(CH_2O)_n$, или Сл(Н)</p>	 <p>Рис. 25. Глюкоза</p>	<p>1. Какой состав имеют молекулы углеводов? Приведите общую химическую формулу углеводов. Возможны ли исключения?</p> <p>2. Какие моносахариды имеют наибольшее значение в природе и почему?</p> <p>3. Почему даже здоровым людям важно контролировать уровень глюкозы в крови? Для кого это жизненно необходимо?</p> <p>4. Какова роль (функции) полисахаридов в природе и жизни человека?</p>

		 <p>Рис. 28. Целлюлоза</p> <p>Рис. 29. Хитин</p>	<p>5. Напишите формулу четырёхуглеродного сахара (тетрозы)</p> <p>6. На основе текста параграфа и анализа иллюстраций составьте схему, отражающую классификацию углеводов, исходя из их структурных особенностей.</p> <p>Выполните лабораторную работу «Обнаружение углеводов с помощью качественной реакции»</p>
<p>Ферменты</p>	<p>Белки-ферменты являются катализаторами биохимических реакций, в ходе которых расщепление окисление питательных веществ, поступивших в организм.</p>	 <p>Рис. 36. Снижение значения энергии активации при помощи катализатора: E — фермент, S — субстрат, P — продукт реакции</p>  <p>Рис. 37. Общая схема работы фермента: 1 — субстраты, 2 — образование связи с субстратом в активном центре фермента, 3 — фермент осуществляет катализ реакции, 4 — продукты реакции, 5 — фермент готов вступить в новую связь с субстратами</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляют собой белки-ферменты? Приведите примеры таких белков. 2. Какова роль катализаторов в протекании химических реакций? 3. Что лежит в основе работы (механизма действия) любых катализаторов, в том числе ферментов? 4. Какое строение имеет молекула белка-фермента?

<p>Фотосинтез (Цикл Кальвина)</p>	<p>Фотосинтез — способ автотрофного питания, свойственный растениям, цианобактериям и фотосинтезирующим бактериям, при котором для синтеза органических веществ из неорганических (углеводов из углекислого газа и воды) используется энергия солнечного света</p>	 <p>Рис. 85. Общая схема фотосинтеза</p>  <p>Рис. 86. Схема световой фазы фотосинтеза</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сравните процессы хемосинтеза и фотосинтеза. Ответ представьте в виде таблицы. 2. Сколько глюкозы, синтезируемой в процессе фотосинтеза, приходится на каждого из 7,3 млрд жителей Земли в год? 3. Используя ключевые слова параграфа, постройте основу схемы (ментальной карты), показывающей суть процесса фотосинтеза. 4. Установите правильную последовательность процессов фотосинтеза. А) преобразование солнечной энергии в энергию АТФ Б) образование возбуждённых электронов хлорофилла В) фиксация углекислого газа Г) образование крахмала Д) преобразование энергии АТФ в энергию глюкозы
<p>Хемосинтез</p>	<p>Тип автотрофного питания, свойственный некоторым бактериям, способным усваивать CO₂ как единственный источник углерода за счёт энергии окисления</p>	<p>Иллюстраций в учебнике не обнаружено</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. В чём суть процесса хемосинтеза? 2. Сравните процессы хемосинтеза и фотосинтеза. Ответ представьте в виде таблицы.

	неорганических соединений.																
Цикл Кребса	Цикл Кребса — сложный многоступенчатый окислительно-восстановительный процесс, в результате которого остаток уксусной кислоты, получаемый от ацетил-КоА, полностью окисляется до двух молекул CO_2 с образованием трёх молекул НАДН, одной молекулы ФАДН ₂ и одной молекулы ГТФ.	 <p>Рис. 63. Цепь переноса электронов: 1 — белок цепи переноса электронов, 2 — АТФ-синтаза</p>	<p>4. Установите соответствие между признаком энергетического обмена и его этапом.</p> <table border="1" data-bbox="1272 379 2083 686"> <thead> <tr> <th>ПРИЗНАКИ ОБМЕНА</th> <th>ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А) расщепляется пировиноградная кислота до углекислого газа и воды</td> <td>1) гликолиз</td> </tr> <tr> <td>Б) расщепляется глюкоза до пировиноградной кислоты</td> <td>2) кислородное расщепление</td> </tr> <tr> <td>В) синтезируются 2 молекулы АТФ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Г) синтезируются 32 молекулы АТФ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Д) происходит в митохондриях</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Е) происходит в цитоплазме</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ПРИЗНАКИ ОБМЕНА	ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА	А) расщепляется пировиноградная кислота до углекислого газа и воды	1) гликолиз	Б) расщепляется глюкоза до пировиноградной кислоты	2) кислородное расщепление	В) синтезируются 2 молекулы АТФ		Г) синтезируются 32 молекулы АТФ		Д) происходит в митохондриях		Е) происходит в цитоплазме	
ПРИЗНАКИ ОБМЕНА	ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА																
А) расщепляется пировиноградная кислота до углекислого газа и воды	1) гликолиз																
Б) расщепляется глюкоза до пировиноградной кислоты	2) кислородное расщепление																
В) синтезируются 2 молекулы АТФ																	
Г) синтезируются 32 молекулы АТФ																	
Д) происходит в митохондриях																	
Е) происходит в цитоплазме																	
Цитоплазма/ Гиалоплазма	Цитоплазма представляет собой полужидкую внутреннюю среду клетки, которую называют гиалоплазмой, и расположенные в ней	 <p>Рис. 60. Виды эндоцитоза</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Из каких элементов состоит цитоплазма клетки? 2. Обсудите с одноклассниками, какие известные вам структуры клетки не входят в состав её цитоплазмы и почему. Аргументируйте свою позицию. 3. Выполните лабораторную работу «Наблюдение плазмолиза и деплазмолиза в клетках кожицы лука» 														

органоиды клетки и
клеточные
включения.

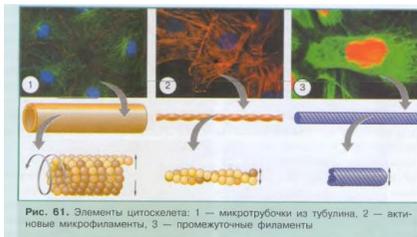


Рис. 61. Элементы цитоскелета: 1 — микротрубочки из тубулина, 2 — актиновые микрофиламенты, 3 — промежуточные филаменты

С целью установить межпредметные связи выявленных цитологических понятий с содержанием курса химии, нами были проанализированы учебники химии базового уровня для 8-11 классов под редакцией О.С. Gabrielyana [2023] и рабочие программы по предмету.

Таблица 3 – Цитологические понятия, формируемые с опорой на знания химии

Понятие	Тема по химии
Аденозинтрифосфат	Углеводы: состав и классификация. Важнейшие представители: глюкоза, фруктоза, сахароза (10 класс) Строение вещества. Химическая связь и ее виды. Водородная связь (11 класс)
Белок	Аминокислоты как амфотерные органические соединения, их биологическое значение. Пептиды. Белки как природные высокомолекулярные соединения (10 класс)
Цитоплазма / Гиалоплазма	Понятие о дисперсных системах. Коллоидные растворы (11 класс)
Гидролиз	Понятие о гидролизе солей (9 класс) Жиры: гидролиз, применение, биологическая роль жиров (10 класс)
Гликолиз	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс) Понятие о катализаторах (9 класс) Углеводы: состав и классификация. Важнейшие представители: глюкоза, фруктоза, сахароза (10 класс)
Клеточная мембрана	Жиры: гидролиз, применение, биологическая роль жиров (10 класс)
Клеточное дыхание	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс)
Липиды	Жиры: гидролиз, применение, биологическая роль жиров (10 класс)
Нуклеиновые кислоты	Углеводы: состав и классификация. Важнейшие представители: глюкоза, фруктоза, сахароза (10 класс)
Обмен веществ	Понятие о скорости химической реакции. Понятие о гомогенных и гетерогенных реакциях
Окислительное фосфорилирование	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс)

Углеводы	Углеводы: состав и классификация. Важнейшие представители: глюкоза, фруктоза, сахароза (10 класс)
Фотосинтез	Атомы, молекулы и ионы (8 класс) Окислительно-восстановительные реакции (9 класс) Сложные эфиры (10 класс)
Хемосинтез	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс) Атомы, молекулы и ионы (8 класс)
Цикл Кальвина	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс) Атомы, молекулы и ионы (8 класс)
Цикл Кребса	Окислительно-восстановительные реакции (9 класс) Атомы, молекулы и ионы (8 класс)

По результатам, представленным в таблице 3 можно увидеть, что многие цитологические понятия имеют связь с несколькими темами из школьного курса химии. Так же при анализе рабочих программ было выявлено, что изучение некоторых тем по химии, необходимых для лучшего формирования цитологических понятий происходит позже, чем изучение самих понятий. Следовательно, у учителя биологии появляется необходимость интеграции тем из курса химии для лучшего формирования понятий у обучающихся. Таким образом, учитель биологии, обладая знаниями в области химии, становится более эффективным педагогом, способным предоставить учащимся целостное и глубокое понимание природы жизни и процессов, происходящих в ней.

2.2. Методические особенности изучения цитологических понятий раздела «Общая биология» на основе межпредметных связей биологии и химии

По результатам проведенного констатирующего исследования среди учащихся 9-11 классов МКОУ Новохайская школа Богучанского района Красноярского края можно говорить о невысоком уровне освоенности понятий цитологического характера (по Кыверялгу А.А [1971] коэффициент усвоения равен 0,65). В то же время опрос педагогов школы показал, что большинство не используют возможности межпредметных связей и

довольствуются материалом по своему предмету. Такая ситуация сложилась в частности из-за небольшого количества часов, отведенных на изучение биологии. В то время как объем материала, который необходимо изучить, неизменно расширяется в связи с развитием науки. Поэтому при формировании цитологических понятий на уроках биологии было предложено использовать *задания с межпредметным содержанием, интегрированный урок и кросс-дисциплинарные мини – лекции*. Использовались данные задания и формы организации учебной работы в рамках урочной деятельности школьников.

Контроль знаний по темам, которые были пройдены проводился в виде письменных тестовых заданий, устного опроса и проверял уровень сформированности цитологических понятий у обучающихся (по Кыверялгу А.А. – 0, 65). Это позволяет сделать вывод о необходимости использования заданий с межпредметным содержанием для формирования цитологических понятий.

Межпредметное задание по теме «Обмен веществ» сочетает знания из химии и биологии. В этом задании появляется возможность для учащихся глубже понять важность обмена веществ, а также как химические реакции и биологические процессы связаны в живых организмах. Цель данного задания понять, как химические реакции, происходящие в теле живых организмов, обеспечивают обмен веществ, и как химический состав пищи влияет на эти процессы.

Часть 1: Теоретическая подготовка

1. Найдите информацию о том, что такое метаболизм, поясните его разделение на анаболизм и катаболизм. Приведите примеры для этих процессов.

2. Изучите основные химические реакции, участвующие в обмене веществ.

Процесс разложения глюкозы (гликолиз)

Реакции, характерные для митохондрий клеток (Цикл Кребса).

Получение белковых молекул (биосинтез белка).

Часть 2: Экспериментальная работа

1. Проведите серию опытов. На примере дрожжей покажите, как организмы используют различные углеводы (крахмал, сахар, фруктоза). Измерьте выделение углекислого газа в зависимости от источника углеводов.
2. Запишите наблюдения и данные, полученные в результате эксперимента. Поясните, какие химические реакции происходят при ферментации выбранного вами углевода.

Часть 3: Интеграция знаний

1. Подготовьте презентацию или плакат для иллюстрации процесса обмена веществ на примере вашего эксперимента. Опишите химические процессы, связанные с обменом веществ, покажите влияние различных веществ на метаболизм, раскройте важность обмена веществ для поддержания жизни и здоровья.
2. Обсудите с одноклассниками, как различные диеты и виды пищи могут влиять на обмен веществ в организме. Как химический состав еды соотносится с биологическими потребностями?

Критерии оценивания:

- Полнота и точность описания процессов обмена веществ.
- Качественно ли была проведена экспериментальная работа и насколько корректно анализированы результаты.
- Оригинальность и информативность подготовленного продукта (презентации или плаката).
- Участие в обсуждении и способность обосновать свои выводы.

Интегрированные уроки – это самая эффективная форма реализации межпредметных связей. Проведение интегрированных уроков и участие в них учителей таких дисциплин, как биология и химия, позволяет учащимся при проведении данного мероприятия легко воспринимать новую

информацию, способствует переключению мышления, обеспечивает высокую познавательную активность и способствует повышению мотивации к изучаемым предметам.

Например, интегрированный урок комбинированного типа «Белки с различных точек зрения» включает четыре блока, которые проводят учителя биологии и химии. Ответы учащихся фиксируются в листе контроля.

Цель урока – расширение и углубление знаний о важнейших органических веществах клетки белках, об уникальных особенностях строения молекул белка, их свойствах и функциях, формирование знаний о важнейшей роли белков в органическом мире. Задачи, поставленные на данном уроке, это продолжить формировать знания о белках как макромолекулах – биополимерах; познакомить учащихся с составом, строением, свойствами и функциями белков; развивать умения анализировать результаты лабораторных опытов, устанавливать причинно-следственные связи между явлениями живой и неживой природы, развивать познавательные компетенции у учащихся на основе межпредметных связей, научить применять знания, получаемые на одном предмете, при анализе явлений или процессов, изучаемых другими предметами; формировать научное мировоззрение, представление о роли естественных наук в современном обществе, целостную картину мира; воспитывать у учащихся познавательный интерес к предмету, формировать культуру общения, коммуникативные качества.

Структурно на уроке рассматриваются вопросы многообразия белков, история их открытия, строение и состав белков; классификация, свойства, функции. Основные понятия, формируемые на уроке: полипептид, биополимеры, мономеры, аминокислоты, пептидная связь, структуры белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная), состав белков (протеины, протеиды), денатурация, ренатурация.

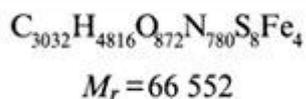
Учитель биологии начинает урок с чтения стихотворения С.Я. Надсона:

Меня каждый миг свой образ прихотливый,
Капризна как дитя и призрачна как дым,
Кипит повсюду жизнь в тревоге суетливой,
Великое смешав с ничтожным и смешным...

Ученые давно поняли, что важную, а может быть, и главную роль во всех жизненных процессах играют белки. Учитель приводит высказывание Ф. Энгельса о том, что такое жизнь: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой.... Причем при прекращении обмена веществ прекращается и сама жизнь, что приводит к разложению белка...». Ни одно из веществ не выполняет столь специфических и разнообразных функций в организме, как белок. Сегодня мы попытаемся ответить на вопрос, почему же по мнению многих ученых, белки являются носителями жизни. Для того, чтобы раскрыть тайну вещества, необходимо его «расчленить», узнать строение.

Во-первых, чтобы представить значение класса белков, обратимся к цифрам. В одной клетке бактерий кишечной палочки содержится около 5 тыс. молекул органических соединений, из них – 3 тыс. приходится на белки. В организме человека более 5 млн. белков (50 % массы клетки в расчёте на сухое вещество). Без белков невозможно представить движение, способность расти, сократимость, размножение. Часто белки называют протеинами – это название подчёркивает первостепенную роль этих веществ (с греч “протео” – занимаю первое место). Для того, чтобы узнать историю открытия белков, послушаем сообщение (один из учеников готовит сообщение по теме). Далее идет рассказ учителя химии о составе и строении белков. Чем больше химики познают природу и строение белковых тел, тем более они убеждаются в том, что белки имеют сложное строение, молекулы их большие по размерам, молярные массы огромны. На

экране приведена молекулярная формула и относительная молекулярная масса одного из белков:



Для того чтобы подчеркнуть гигантский размер таких молекул, их называют макромолекулами (с греч. “макрос” - большой, гигантский)

Сравните: молекулярная масса спирта – 46, уксусной кислоты – 60, а альбумина (одного из белков яйца) – 36000, гемоглобина – 152000, миозина (белок мышц) – 500000. Химический состав. Белки не удавалось выделить из костной ткани, хрящей, волос, копыт, так как они не переносят нагревания и кристаллизации из горячих растворов. Поэтому вначале занимались изучением не структуры белка, а химического состава. В белке содержатся следующие химические элементы: С, Н, О, N, S, P, Fe. Железо в гемоглобине крови, фосфор в казеине молока. Массовая доля элементов:

С – 50% - 55%;

О – 19% - 24%;

Н – 6,5% - 7,3%;

N – 15% – 19%;

S – до 2,5%;

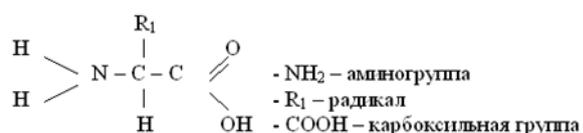
P – до 2%

Ответьте на вопросы: какие элементы составляют группу основных? (С, О, Н, N) Почему? (в клетке организма на их долю приходится 98%).

Белки — это природные биополимеры. Что является мономерами белков? (аминокислоты) Сколько аминокислот встречается в природе? (200-250) А сколько из них является белок образующими? (только 20) Из них может быть образовано 2 432 902 008 176 640 000 комбинаций, т. е. различных белков, которые будут обладать совершенно одинаковым составом, но различным строением. Аминокислоты делятся на заменимые и

незаменимые. Объясните, чем они отличаются? (заменимые аминокислоты могут синтезироваться организмом человека из остатков аминокислот, входящих в состав собственных белков. Незаменимые аминокислоты не могут синтезироваться и должны поступать в организм вместе с пищей)

Теперь рассмотрим строение и свойства аминокислот. Какими же свойствами обладают аминокислоты? Чтобы ответить на этот вопрос, вспомним общую формулу аминокислот.



Ответьте на вопросы: Что общего у аминокислот? (в их молекулах есть аминогруппа и карбоксильная группа) Чем они отличаются? (углеводородной группой или радикалом) Какими свойствами обладают аминокислоты? (аминокислоты являются амфотерными соединениями – в растворе они могут выступать как в роли кислот за счёт карбоксильной группы, так и оснований за счёт аминогруппы)

Рассмотрим образование пептидной связи. Запишите уравнение реакции образования дипептида из предложенных аминокислот. Выделите пептидную связь. Наличие пептидной связи можно доказать с помощью так называемой цветной реакции, которая называется биуретовой. Эта реакция является также качественной для обнаружения белка в растворе. Сейчас мы осуществим эту реакцию. Опыт, подтверждающий, наличие пептидной связи, т.е. наличие белка (биуретовую реакцию) выполняет учащийся.

Так чем объяснить многообразие белков? Как из 20 аминокислот получают миллионы белковых молекул? (количеством аминокислот, порядком соединения, разнообразием аминокислот)

Изучение белков в растворах показало, что макромолекулы белков имеют форму компактных шариков (глобул) или вытянутых структур – фибрилл. Следовательно, полипептидная цепь каким-то образом сплетена, образуя клубок или пучок нитей.

Структура белковой молекулы	Характеристика структуры	Тип связи, определяющий структуры
Первичная	Последовательность аминокислот в полипептидной цепи	Пептидная связь между углеродом кислотной и азотом основной групп
Вторичная	Белковая молекула принимает вид спирали или складчатого слоя гармошки	Водородная связь между остатками карбоксильных и аминогрупп разных аминокислот
Третичная	Белковая спираль сворачивается и приобретает форму шарика или глобулы	Атомы серы двух аминокислот, находящихся на некотором расстоянии друг от друга в полипептидной цепи соединяются образуя так называемые дисульфидные связи, водородные
Четвертичная	Функциональное объединение нескольких молекул белка обладающих третичной структурной организацией.	Межмолекулярные взаимодействия, гидрофобно-гидрофильные

Исследования показали, что в укладке пептидной цепи нет ничего случайного или хаотичного. Она свёртывается упорядоченно, для каждого белка определённым образом.

Учитель химии сообщает учащимся информацию о свойствах белков.

а) Агрегатное состояние. Белки бывают твердыми, жидкими и полужидкими (студнеобразными). Примером твёрдого белка может быть мясо: имеет специфический вкус, цвет и запах. Белок куриного яйца – жидкий, не имеет цвета, растворяется в воде.

б) Растворимость белков в воде. Жидкие и полужидкие белки растворяются в воде, причём их растворимость связана с молекулярной массой и строением. Белки, имеющие небольшую массу, растворяются лучше. На растворимость влияет также природа радикалов аминокислотных звеньев.

Выполните опыт с растворением белка куриного яйца в воде (работают в паре по инструкциям с предварительным повторением правил техники безопасности).

в) Денатурация белков. Денатурация происходит под действием солей тяжёлых металлов, высокой температуры, излучения. При слабом воздействии распадается только четвертичная структура, при более сильном — третичная, а затем — вторичная, и белок остаётся в виде полипептидной цепи. Этот процесс частично обратим: если не разрушена первичная структура, то денатурированный белок способен восстанавливать свою структуру. Обратный процесс называется ренатурация. Учащийся проводит опыт, демонстрирующий денатурацию белка под действием одного из факторов – высокой температуры. После нагревания пробирки с раствором куриного белка на спиртовке наблюдается помутнение, при добавлении воды раствор остаётся мутным. То есть процесс денатурации был необратимым, свойства белка изменились. Далее учитель химии проводит опыт, показывающий воздействие спирта на структуру белка. Делается вывод о том, что спирт денатурирует белок, изменяет его структуру, а следовательно свойства.

г) «Цветные» реакции белков – обусловлены наличием в составе белков определённых аминокислотных остатков или химических группировок. Этими реакциями являются биуретовая и ксантопротеиновая, которая заключается в обработке раствора белка концентрированной азотной кислотой. Появляющаяся при этом жёлтая окраска, кроме наличия белка, доказывает также присутствие бензольных колец в остатках аминокислот.

Учитель биологии предлагает практические задачи, связанные со свойствами белков.

Задача № 1. При простудных заболеваниях температура тела повышается выше 36,6. Как это отражается на состоянии вашего организма. Почему повышение температуры до 40 градусов очень опасно для человека.

Задача №2. Почему при облучении цитоплазматической мембраны ультрафиолетовым излучением, прекратится диффузия и активный транспорт веществ?

Для иллюстрации функций белков, слово предоставляется самим учащимся. Они раскрывают каждую функцию используя небольшие сообщения.

Каталитическая функция. «Умирал старый араб. Все его богатство состояло из 17 прекрасных верблюдов (белых). Он собрал своих сыновей и объявил им свою последнюю волю: «Мой старший сын, опора семьи, должен получить после моей смерти половину верблюдов. Среднему сыну я завещаю треть всех верблюдов. Но и мой младший, любимый сын должен получить свою долю—одну девятую часть стада». Сказав это, старый араб умер. Похоронив отца, 3 брата стали делить верблюдов. Но исполнить, волю отца они не смогли: невозможно было разделить 17 верблюдов ни пополам, ни на три части, ни на девять частей. Но тут через пустыню проходил дервиш. Бедный как все учёные, он вёл с собой чёрного облезлого верблюда, нагруженного книгами. Братья обратились к нему за помощью. И дервиш сказал: «Выполнить волю вашего отца очень просто. Я дарю вам моего верблюда, а вы попробуйте разделить наследство». У братьев оказалось 18 верблюдов, и все разрешилось. Старший сын получил половину верблюдов – 9, средний – треть стада – 6 и младший сын получил свою долю – 2-х верблюдов. Но 9, и 6, и 2 дает 17, и после дележа оказался лишний верблюд – старый облезлый верблюд учёного. И дервиш сказал: «Отдайте мне назад моего верблюда за то, что я помог разделить вам наследство, а то мне придется самому тащить книги через пустыню.» Вот этот чёрный верблюд и подобен ферменту. Он сделал возможным такой процесс, который без него был бы невозможен, а сам остался без

изменения». Главное свойство ферментов – ускорять химические реакции в организме, не подвергаясь при этом никаким изменениям.

Регуляторная функция. Белки-гормоны оказывают влияние на обмен веществ. Они поддерживают постоянные концентрации веществ в крови и клетках, участвуют в размножении и других жизненно важных процессах. Существуют несколько разновидностей белков, выполняющих регуляторную функцию. Среди них — гормоны. Одним из наиболее известных белков-гормонов является инсулин, который снижает содержание сахара в крови. При стойком недостатке инсулина содержание сахара в крови увеличивается и развивается сахарный диабет. Синтез человеческого инсулина генно-инженерными методами открыл новые возможности для лечения больных сахарным диабетом.

Структурная функция. Беды нашего организма отражаются на коже, а особенно на коже лица – самой уязвимой части тела. В коже содержатся структурные белки: коллаген, ретикулин, эластин и кератин. Совершенство и упругость эпидермиса во многом зависит от темпов синтеза собственных коллагеновых и эластиновых волокон. С годами они вырабатываются медленнее, что способствует потере тонуса, возникновению мимических и возрастных складок, обезвоживанию клеток. Мнение, что использование качественного крема приведет к нормализации темпов синтеза эластинового белка, ошибочно. Животный или морской коллаген и эластин, входящие в состав многих косметических средств, не проникают вглубь эпидермиса, а лишь создают на поверхности пленку. Однако, для того, чтобы стимулировать образование новых белковых соединений, необходимо обеспечить организм достаточным количеством витаминов, микроэлементов и аминокислот.

Защитная функция. Белки в иммунной системе. Специальные белки – иммуноглобулины – являются антителами к антигенам (чужеродным белкам), они связывают и выводят антигены из организма, препятствуют размножению бактерий и вирусов, нейтрализуют выделяемые ими токсины.

Пример, в лимфатических тканях (вилочковая железа, лимфатические узлы, селезенка), вырабатываются лимфоциты-клетки, синтезирующие антитела. Поэтому у человека и животных одна из главных систем - это иммунная система. Также в клетках человека и животных синтезируются специальные противовирусные белки-интерфероны. Они через систему посредников активируют в клетках фермент, расщепляющий вирусные нуклеиновые кислоты, и включает синтез фермента, блокирующего аппарат синтеза вирусных белков.

Транспортная функция. Заключается в переносе в клетки из клеток, их перемещения внутри клеток, а также их транспортировка кровью и другими жидкостями по организму. Наиболее известным транспортным белком является гемоглобин. Он переносит кислород из лёгких к клеткам других тканей и органов. И уносит к легким углекислый газ. Почему нельзя находиться в гараже при закрытой двери и включенном двигателе автомобиля?

Значение белков для человека. Белки — важнейший компонент рациона питания человека. Они необходимы организму для восполнения энергетических затрат, построения и возобновления тканей тела, нервной системы. Белки — основа пищевого баланса. Белковое голодание довольно быстро приводит к тяжёлому расстройству здоровья. Особенно чувствителен к недостатку белка растущий организм детей. Белковая недостаточность приводит к задержке, а затем к полному прекращению роста, вялости, похуданию, тяжёлым отёкам, поносу, воспалению кожных покровов, малокровию, тяжёлым расстройствам функций печени и поджелудочной железы, понижению сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям — вот далеко не полный перечень последствий белковой недостаточности, нередок и смертельный исход. Нарисованная картина характерна для заболевания квашиоркор, получившего широкое распространение среди детей на Африканском континенте, а также в некоторых странах Азии и Америки. Тяжёлые

последствия белкового голодания особенно памятли людям, перенесшим блокаду Ленинграда. Если белков в питании недостает, взрослый человек ощущает упадок сил, у него снижается работоспособность, его организм хуже сопротивляется инфекции и простуде. Что касается детей, то они при неполноценном белковом питании сильно отстают в развитии: дети растут, а белки – основной «строительный материал» природы.

Выводы по уроку:

1. Белки – это высокомолекулярные органические соединения, биополимеры, состоящие из мономеров аминокислот.
2. Аминокислоты-- низкомолекулярные органические вещества имеющие карбоксильную и аминогруппы, которые соединяются с общим атомом углерода.
3. Четыре структуры белка (первичная, вторичная, третичная и четвертичная).
4. Денатурация – это утрата белковой молекулой своей структурной организации, обеспечивающей функциональные свойства белка, ренатурация – процесс восстановления структуры белка.
5. Белки выполняют в организме многообразные функции.

Теперь учащиеся могут ответить на вопрос, почему Ф. Энгельс определил белки как основу жизни на Земле.

Закрепление знаний происходит в виде ответов на вопросы теста, выполнения задания по рисункам,

1. Главными носителями жизни Ф. Энгельс называет:
а) углеводы; б) белки; в) жиры; г) спирты.
2. Число аминокислот, участвующих в образовании белков:
а) 30; б) 26; в) 20; г) 10
3. Сколько аминокислот являются незаменимыми для человека:
а) 15; б) 10; в) 20; г) 8
4. В результате какой реакции образуется пептидная связь:
а) реакции гидролиза;

- б) реакции гидратации;
- в) реакции поликонденсации;
- г) всех вышеперечисленных реакций?

5. Пептидная связь образуется между:

- а) карбоксильными группами соседних аминокислот;
- б) аминогруппами соседних аминокислот;
- в) аминогруппой одной кислоты и карбоксильной группой другой;
- г) гидроксильными группами.

6. Мономерами белков являются:

- а) нуклеотиды; б) аминокислоты; в) ; г) карбоновые кислоты.

7. Структура белка, представляющая спираль:

- а) первичная; б) вторичная; в) третичная; г) четвертичная.

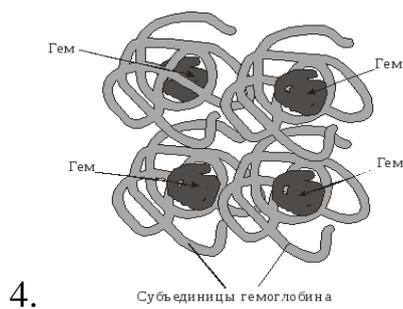
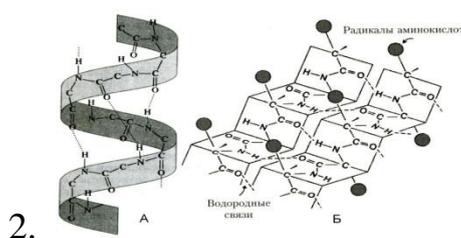
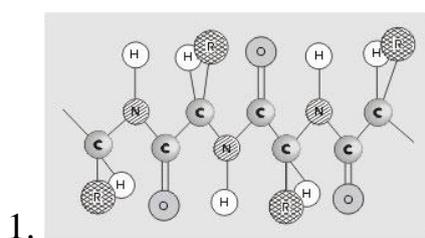
8. Полное разрушение пространственных структур белков называется:

- а) денатурация; б) ренатурация;
- в) поликонденсация; г) биуретовая реакция.

9. Структура белка, определяющая биологическую активность белка:

- а) первичная; б) вторичная; в) третичная; г) четвертичная.

На рисунках изображены структуры белка. С помощью ваших опорных конспектов определите эти структуры.



Оценочный лист.

№ п/п	Ф.И. учащегося	Работа с источником информации (рассказ, презентация)	Демонстрационный опыт	Задачи, ретро вопросы	Тест	Формулирование выводов	Ответы на промежуточные вопросы	Итого

Кросс-дисциплинарный подход в образовании (или обучение) означает объединение знаний и методов из разных дисциплин для решения проблем или достижения целей. Это способ мышления, который помогает видеть мир шире и находить решения, используя знания, которые традиционно рассматриваются как разные [Петунин, 2017]. Для такого подхода было выбрано понятие «фотосинтез», которое мы решили рассмотреть с точки зрения физики, химии и биологии.

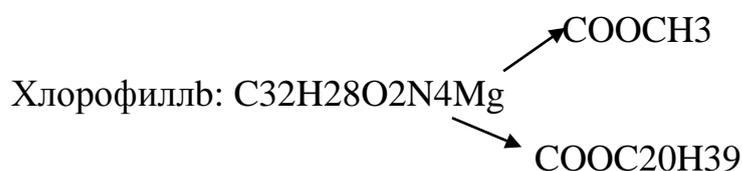
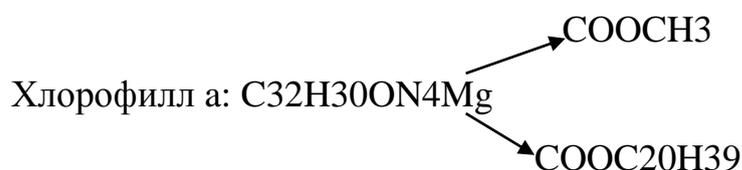
Кросс-дисциплинарная мини-лекция «Фотосинтез с точки зрения химии и биологии».

Химия. Преобразование световой энергии в химическую посредством фотосинтеза позволяет отдельным видам бактерий, а также водорослям и растениям формировать органические соединения, что лежит в основе существования биосферы. Благодаря этому фундаментальному механизму все живое получает доступ к пищевым ресурсам, а атмосферная среда обогащается кислородом. Исследование фотосинтетических явлений с позиции биологических и химических дисциплин дает возможность глубже понять многообразные грани этого уникального явления. Органическое синтезирование, опосредованное фотосинтетическим механизмом, реализуется посредством череды многоступенчатых химических превращений, в ходе которых вода и углекислый газ трансформируются в соединения углеводной природы, типичным представителем которых выступает глюкоза. Ключевое значение в этом контексте приобретает хлорофилл — специфический пигмент, обладающий уникальной

способностью улавливать фотоны света благодаря своей комплексной молекулярной архитектуре; он выступает центральным катализатором данных преобразований. Фотосинтез, характеризующийся как фундаментальный процесс, реализуемый зелёными листьями, обеспечивает поддержание биогеохимического равновесия на планете: при этом растительными клетками осуществляется абсорбция атмосферного диоксида углерода с последующей его конверсией, посредством использования солнечного излучения, в энергетически ёмкие молекулы органических соединений, формирующих основную массу биопродукции.

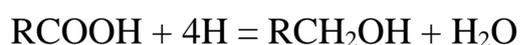


Концепцию усвоения растениями углекислых соединений в процессе фотосинтеза впервые полноценно сформулировали Ж. Сенебье (1782) и Т. Сосюр (1804) в Швейцарии, обозначив этот процесс как углеродное питание. Исследования К.А. Тимирязева, проведённые во второй половине XIX столетия, значительно расширили понимание механизмов фотосинтетической деятельности. Хлоропласты, характеризующиеся зелёной пигментацией, обязаны свой тон насыщенному пигменту хлорофиллу, экстрагирующемуся спиртовыми растворами. М.С. Цвет доказал существование двух отдельных форм хлорофилла, которым были присвоены индексы а и b, для их дифференциации. Позже научное сообщество определило молекулярные формулы каждого хлорофилла. Дальнейшие работы позволили установить, что хлорофиллы относятся к классу сложных эфиров.:



Для образования хлорофилла необходимы следующие условия: 1) наличие пропластид, способных зеленеть; 2) наличие света; 3) наличие солей, железа; 4) подходящая температура; 5) наличие кислорода, воздуха.

По всем данным, хлорофилл направляет поглощённую им энергию солнечного луча не на молекулу углекислоты, а на молекулу воды. Происходит окисление воды, водород присоединяется к хлорофиллу, а часть кислорода выделяется в атмосферу. Процесс окисления воды получил название фотоокисления, так как он идёт за счёт световой энергии. Углекислота присоединяется к органическому соединению (акцептору) с образованием карбоксильной группы – COOH. Затем уже происходит темновая реакция восстановления карбоксильной группы водородом, что может изобразить следующей схемой (где R – акцептор):



Восстановленная водородом углекислота образует фосфоглицериновую кислоту, триозы, а затем гексозы (глюкоза и др.). Конечным продуктом является крахмал.

Общая реакция фотосинтеза	$12H_2O + 6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6$
Фотолиз воды	$12H_2O \longrightarrow 6O_2 + 24H^+ + 24e$
Образование восстановителя	$12НАДФ^+ + 24H^+ + 24e \longrightarrow 12НАДФ-H_2$
Фотофосфорилирование	$18АДФ + 18Ф \longrightarrow 18АТФ$
Все световые реакции	$12H_2O + 12НАДФ^+ + 18АДФ + 18Ф \longrightarrow 6O_2^{\uparrow} + 12НАДФ-H_2 + 18АТФ$
Все темновые реакции	$6CO_2 + 12НАДФ-H_2 + 18АТФ \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12НАДФ^+ + 18АДФ + 18Ф + 6H_2O$

Биология. Рассматривая фотосинтетический процесс с научной точки зрения, исследователи акцентируют внимание на комплексном анализе каждой его стадии — начиная с улавливания квантов света и завершая формированием сложных органических соединений. Фотосинтетические

пигменты, включая не только хлорофилл, но и широкий спектр молекул, к примеру, каротиноидов, изучаются для выяснения механизмов поглощения фотонной энергии и последующей передачи возбужденного состояния между компонентами фотосистем. Природа фотосинтеза определяется его ключевым значением для существования биосферы: этот процесс формирует основную массу свободного кислорода, поддерживающего дыхание организмов, а также формирует трофическую основу для большинства экосистем.

Считается, что первые реализации светозависимого синтеза, в которых энергия солнечного излучения преобразовывалась в химические формы, были характерны для архей — наиболее древних форм жизни. В этих биохимических процессах фиксирование углекислого газа и образование восстановительных эквивалентов, таких как НАДФН, не наблюдается; при этом накопление энергии происходит преимущественно посредством генерации АТФ. С расширением видового разнообразия в пределах микробного мира, примерно 3,7–3,8 миллиарда лет назад, стали возникать новые филогенетические линии, к которым отнесены зелёные и пурпурные бактерии, а также ряд других групп эубактерий. Для этих организмов было характерно наличие одной фотосистемы, позволяющей осуществлять процесс anoxygenic фотосинтеза без выделения кислорода.

Появление у фотосинтезирующих организмов механизма с двумя активными фотосистемами, что особенно характерно для цианобактерий, получило распространение в архее — промежуток времени между 3,5 и 2,4 миллиардами лет назад отмечен как критический для этой эволюционной трансформации. Благодаря переходу к использованию воды в качестве донорного субстрата электронов, что обусловлено высокой распространённостью этого соединения в земной среде, фотосинтез приобрёл принципиально новую эффективность. Подобное эволюционное преимущество, возникшее на ранних этапах биологической истории,

послужило предпосылкой к образованию хлоропластов в клетках водорослей и представителей высших растений посредством процессов эндосимбиотического происхождения. В результате сформировалась база для бурного биологического разнообразия и прогрессивного развития жизни на планете.

С возникновением кислородных фотосинтетиков на планете началось постепенное насыщение среды молекулярным кислородом, который, обладая выраженными окислительными свойствами, сначала растворялся в океанских водах, затем инициировал преобразование минерального состава литосферы посредством окислительных реакций, а также опосредовал образование стратосферного озонового слоя. Постепенно O_2 стал не просто химически активным агентом, а ключевым элементом, существенно повлиявшим на эволюцию состава газовой оболочки Земли, переводя атмосферу из восстановительного состояния в окислительное. Явление, определяемое как кислородная катастрофа, привело к радикальным трансформациям природных сред и сопровождалось возрастанием концентрации кислорода до критических порогов, что, в свою очередь, поспособствовало формированию защитного озонового экрана в верхних слоях атмосферы. Этот драматический биогеохимический сдвиг оказал фундаментальное воздействие на атмосферно-геохимическую историю планеты, предопределив возникновение современной оксидантной атмосферы. В стратосферных слоях непрерывное влияние ультрафиолетовых лучей приводит к формированию озонового слоя, который выступает в качестве эффективного биологического фильтра, уменьшая проникновение солнечного излучения, опасного для многих форм жизни.

Данный механизм предоставил организмам, обладающим повышенной физиологической сложностью, шанс на успешную адаптацию и распространение в континентальных экосистемах. Появление кислородного варианта фотосинтеза коренным образом изменило условия на планете,

стимулируя глубокие метаморфозы в эволюции биосферы и структуре атмосферной оболочки. Масштабные перемены, связанные с кислородной катастрофой и последующим установлением окислительной среды, послужили отправной точкой для возникновения новых путей биологического прогресса, сыграв роль поворотных моментов в геохронологическом развитии Земли.

Благодаря формированию озонового слоя, который является естественным щитом, защищающим от опасного ультрафиолетового излучения, возникла возможность для развития жизни на суше. Это был настоящий прорыв в эволюции, который сопровождался не только изменениями в гидро-, лито- и атмосфере, но и значительными трансформациями в биосфере.

В процессе применения на уроках биологии заданий с межпредметным содержанием, интегрированного урока и кросс-дисциплинарной мини – лекции был определен уровень сформированности понятий по Кыверялгу А.А. [1971], который равен 0, 78.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение основ цитологической науки в школьном курсе биологии с использованием межпредметного содержания биологии и химии обусловлено необходимостью всестороннего изучения живого на всех уровнях его организации, а так же вносит существенный вклад в формирование естественнонаучного мировоззрения и создает фундамент для подготовки специалистов различного профиля.

В результате анализа содержания и структуры учебного материала учебника биологии можно сказать, что для формирования понятий используется визуализация и наглядность, что особенно важно при изучении структурных особенностей клеток; комплексный подход позволяет учащимся постепенно углублять свои знания и строить логические связи между темами; так же присутствуют задания практической направленности. Интеграция с другими дисциплинами, такими как химия, присутствует. В основном это выражается в заданиях с межпредметным содержанием. Так же было выявлено, что применение интегрированных заданий учителями на уроках происходит в недостаточном объеме, обычно по причине их объемности и трудозатратности.

Задания, объединяющие биологические и химические знания были разработаны с учетом обновленных учебников биологии и химии. Формирование понятий при использовании таких заданий происходит благодаря всестороннему рассмотрению понятия, созданию полного его «образа» в памяти обучающегося. Полученный материал был опробован в 10 классе МКОУ Новохайская школа Богучанского района Красноярского края. В результате, обучающиеся показали достаточный и высокий уровень сформированности понятий, которые были сформированы с применением данных заданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева Н.Д., Азизова И.Ю., Левченко А.Л., Малиновская Н.В. Методика и технологии обучения биологии: учебник / Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2024. С. 139-151.
2. Андреева Н.Д., Азизова И.Ю., Малиновская Н.В. Методика обучения биологии в современной школе: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт. 2020. 300 с.
3. Андреева Н.Д., Азизова И.Ю., Малиновская Н.В. Новые концептуальные основы обучения биологии в общеобразовательной школе в условиях реализации ФГОС: учебно-методическое пособие/ ФГБОУ ВПО «Российский гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена». СПб.: Свое изд-во. 2014. С. 185-190.
4. Богачик Е.В. Межпредметные связи, их виды и способы реализации в учебных заведениях СПО // Экономика и социум. 2015. №5. С. 393-400.
5. Верзилин Н.М. Об определении и классификации методов обучения // Советская педагогика. 1957. № 8. С. 85–93.
6. Верзилин Н.М., Корсунская В.М. Общая методика преподавания биологии: учебник для по биологическим специальностям. М.: Просвещение, 1983. 383 с.
7. Габриелян О.С. Химия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 198 с.
8. Габриелян О.С. Химия. 9 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 215 с.
9. Габриелян О.С. Химия. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 128 с.
10. Габриелян О.С. Химия 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 136с.
11. Голикова Т.В., Галкина Е.А., Пакулова В.М. Методика обучения биологии. [Электронный ресурс]: учебное пособие к выполнению

- лабораторно-практических занятий: [электронное издание] / М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Красноярский гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева". Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2013.
12. Голикова Т.В., Иванова Н.В., Пакулова В.М. Теоретические вопросы методики обучения биологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Красноярский гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2013. С. 81-98
 13. Грушевидная Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во ЮНИТИ-ДАНА, 2003. С. 265-270.
 14. Ерыгин Д.П. Проблемы взаимосвязи изучения химии и биологии в средней общеобразовательной школе. М.: Изд-во Просвещение, 1978. 356 с.
 15. Ермакова А.С. Контроль учебных достижений по разделу «Общая биология» // Биология в школе. 2007. № 3. С. 19-24.
 16. Зверев И.Д. Взаимная связь учебных предметов. М.: Знание, 1997. С. 32-40
 17. Ильченко В.Р. Перекрестки физики, химии и биологии: Кн. для учащихся. М.: Просвещение, 1986. 174 с.
 18. Комиссаров Б.Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. М.: Просвещение, 1991. С. 11-15
 19. Кукушин В.С. Теория и методика обучения. Ростов: Изд-во Феникс, 2005. С. 100-103
 20. Кульневич С.В., Лакоценина Т.П. Анализ интегрированного урока. Учебно-методич. пособие для студентов педвузов, учителей, слушателей ИПК. Ростов н/Д: Учитель, 2004. С. 158-200
 21. Лебедев О.Е. Размышление о целях и результатах // Вопросы образования. 2016. №1. С.7-24.
 22. Максимова В.Н. Междисциплинарные связи и совершенствование процесса обучения. М.: Просвещение, 2010. 129 с.
 23. Максимова В.Н., Груздева Н.В. Межпредметные связи в обучении

биологии. М.: Просвещение, 1987. 192 с.

24. Минченков Е.Е. Практическая дидактика в преподавании естественнонаучных дисциплин: учебное пособие/ Санкт-Петербург: Изд-во Лань, 2020. С. 215-220.

25. Нарушевич В.Н. Содержательные взаимосвязи биологии и химии как основа интеграции методик их предметного обучения // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сб. ст. междунар. науч.-метод. конф., Брест, 26-27 ноября 2015. С. 123-127.

26. Пасечник В.В. Биология. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 223 с.

27. Пасечник В.В. Биология. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение. 2023. 245 с.

28. Петунин О.В. Способы межпредметной интеграции школьных естественнонаучных дисциплин // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2017. №2
[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-mezhpredmetnoy-integratsii-shkolnyh-estestvennonauchnyh-distsiplin](https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-mezhpredmetnoy-integratsii-shkolnyh-estestvennonauchnyh-distsiplin) Дата обращения: 01.05.2025.

категории сопряжения в понимании сущности уникальных свойств биологически активных молекул // Наука и Школа. 2017. №6. С. 195-199.

29. Сабирова Ф.М. Теория и практика реализации STEAM-образования: учебное пособие для вузов / СПб.: Лань. 2025. С.37-49.

30. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий. / Челяб. гос. пед. ин-т. Челябинск, 1988. 90 с.

31. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс] / М.: Министерство образования и науки Российской Федерации, 2022. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> Дата обращения: 20.11.2024.

32. Федорец, Г.Ф. Межпредметные связи в

33. Похлебаев С.М. Методологическая роль

34. процессе обучения: Учеб. пособие / Ленинград: Изд-во ЛГПИ, 1983. С.

13-20

35. Федорова В.Н., Кирюшкин Д.М. Межпредметные связи. М.: Просвещение, 2011. 220 с.
36. Хасанов А.А. Межпредметные связи как дидактическое условие повышения эффективности учебного процесса // Молодой ученый. 2016. № 20 (124). С. 738-741. URL: <https://moluch.ru/archive/124/33275/> Дата обращения 10.11.2024.
37. Чашина Ж.В. Анализ межпредметных связей в процессе обучения на примере биоэтики // Интеграция образования. Т.19, №1, 2015. С.16-18.
38. Черкес-Заде Н.И. Межпредметные связи как условия совершенствования учебного процесса. М.: Просвещение, 1996. 116 с.
39. Якунчев М.А., Семенова Н.Г., Киселева А.И. К проблеме совершенствования методики формирования цитологических и гистологических знаний при изучении биологии // Учебный эксперимент в образовании. 2021.№1. С. 48-56.
40. Keun Woo Ryu, Tak Shun Fung, Daphne C. Baker, Michelle Saoi, Jinsung Park, et. al.. (2024). Cellular ATP demand creates metabolically distinct subpopulations of mitochondria. Nature. 635, 746-754;
41. Stela Z. Berisha, Shashi Shetty, Thomas W. Prior, Anna L. Mitchell. (2020). Cytogenetic and molecular diagnostic testing associated with prenatal and postnatal birth defects. Birth Defects Research. 112, 293-306.