

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. П. Астафьева
(КГПУ им. В. П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии
Выпускающая кафедра биологии, химии и экологии

Белякова Валентина Владиславовна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Интерактивная лекция как средство углубленного изучения
физиологии клетки в старших классах общеобразовательной школы

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

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

д.б.н., профессор, зав. кафедрой Антипова Е. М.

Руководитель: к.б.н., доцент, Елсукова Е. И.

Обучающийся: Белякова В.В.

Дата защиты:

Оценка _____

Красноярск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| Глава 1. Использование интерактивной лекции в школьном образовании..... | 5 |
| 1.1 Применение мультимедиа в школьном образовании..... | 5 |
| 1.2 Особенности интерактивной лекции, созданной на базе Интернет–платформ..... | 13 |
| 1.3. Перспективы использования интерактивной лекции для углубленного изучения физиологии клетки в старших классах общеобразовательной школы..... | 19 |
| Глава 2. Разработка интерактивной лекции на базе Интернет ресурсов..... | 26 |
| 2.1 Теоретическая основа энергетического обмена в клетке..... | 26 |
| 2.2 Ресурсы для создания интерактивной лекции..... | 36 |
| 2.2.1 LearningApps..... | 38 |
| 2.2.2 EducaPlay..... | 42 |
| 2.2.3 Сборка лекции с помощью платформы Slides..... | 44 |
| Глава 3. Апробация интерактивной лекции «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ» среди обучающихся 10 классов СОШ№92..... | 50 |
| 3.1 Анализ результатов апробации интерактивной лекции среди обучающихся 10 классов..... | 50 |
| 3.2 Общедидактические рекомендации к составлению интерактивной лекции..... | 52 |
| Выводы..... | 55 |
| Список использованной литературы..... | 56 |
| Приложение..... | 60 |

ВВЕДЕНИЕ

В начале XXI в. биология выдвинулась на лидирующие позиции по темпам прироста нового знания среди естественных наук. Основной прогресс был достигнут в области молекулярно-клеточной биологии и биоинформатики. Расшифровка и анализ геномов, протеомов предоставили широкие возможности в реконструкции эволюционных процессов, изучении клеточной дифференцировки в онтогенезе, при разных видах адаптаций, революционизировали биотехнологию. В повседневной жизни и во многих сферах производственной деятельности многократно возросла роль знаний по биологии клетки. Вопросы биологии клетки рассматриваются в числе приоритетных направлений содержания общего и тем более профильного биологического образования [25]. Кроме того, поскольку все важнейшие процессы жизнедеятельности организмов происходят на уровне клетки, углубленное изучение физиологии клетки должно обеспечить существенное расширение общебиологических знаний обучающихся, их систематизацию, формирование системы универсальных учебных действий, что ведет к успешному достижению образовательных результатов изучения биологии.

Эффективность решения задач обновления содержания биологического образования зависит от используемых технологий обучения. В настоящее время широко внедряются технологии активизации учебно-познавательной деятельности школьников посредством широкого использования как дидактических, так и организационно-управленческих средств [11].

Интерактивная лекция в рамках урока обеспечивает вовлечение всех участников в образовательный процесс, и требует высокого уровня обратной связи [12]. В случае углубленного изучения биологии, когда на изучение определенной темы требуется больше времени, чем позволяет школьная программа, интерактивная лекция может использоваться как средство дистанционного обучения, что позволяет изучить тему в удобное для обучающегося время [8].

Целью работы является разработка интерактивной лекции для углубленного изучения биологии клетки старшеклассниками.

Задачи:

1- на основе анализа литературы о видах, возможностях и особенностях интерактивных мультимедиа форм обучения оценить перспективы использования интерактивной лекции для углубленного изучения сложных разделов школьного курса биологии;

2-выбрать программное обеспечение и разработать интерактивную лекцию;

3-апробировать разработанную лекцию среди школьников и оформить методические рекомендации для создания интерактивных лекций по физиологии клетки.

Методологической основой исследования стали научные труды отечественных и зарубежных ученых.

В работе применялись следующие методы:

1) Теоретические методы: анализ психологической, педагогической, методической литературы по проблеме исследования;

2) Эмпирические методы: педагогический эксперимент, беседа, анкетирование, наблюдение.

Базой для исследования послужило Краевое бюджетное общеобразовательное учреждение МБОУ СШ№92, г. Красноярск.

Работа состоит из введения, трех глав и выводов. Во введении раскрывается актуальность; определяются цель, задачи и методы исследования. В первой главе рассматриваются возможности и перспективы использования интерактивной лекции для углубленного изучения сложных разделов школьного курса биологии. Вторая глава посвящена методике разработки интерактивной лекции и составлению методического описания ее использования. В третьей главе описываются результаты апробации интерактивной лекции в школе. В заключении формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

Глава 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ЛЕКЦИИ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

1.1 Применение мультимедиа в школьном образовании

Термин «мультимедиа» происходит от латинских слов «multum» (много) и «media» (средство), то есть «многие среды» [7]. Однако это понятие имеет множество оттенков в зависимости от области применения: наука, техника, искусство, культура, образование, так как назначение мультимедиа меняется в зависимости от того, где и для кого предполагается использовать это средство, в каких целях (функциональный подход).

Словарь «Основные понятия и определения прикладной интернететики» вносит дополнительную характеристику понятию мультимедиа: «Мультимедиа – multimedia – это взаимодействие визуальных и аудио-эффектов под управлением интерактивного программного обеспечения. Обычно это означает сочетание текста, звука и графики, а также анимации и видео. Характерная, если не определяющая, особенность мультимедийных веб-узлов – гиперссылки»[11]. Гиперссылка– это часть текста или изображения, обладающая особыми свойствами: с ее помощью можно перейти к нужному месту в документе или выполнить определенное действие – к примеру, запустить программу.

Аналогичная трактовка описывает мультимедиа как: "мультимедиа-это взаимодействие визуальных и звуковых эффектов под управлением интерактивного программного обеспечения с использованием современных технических и программных средств, объединяющих текст, звук, графику, фотографии и видео в единое цифровое представление [21]. Например, один объект-контейнер может содержать текстовую, звуковую, графическую и видеоинформацию, и пользователь может взаимодействовать с ним. Таким образом, мультимедиа-это:

- 1) Комплекс аппаратных и программных средств, позволяющих создавать и воспроизводить информационный продукт (ресурс), объединяющий в себе статическую, визуальную (текст, графику) и

динамическую (речь, музыку, видеофрагменты, анимацию) информацию. Также такой комплекс позволяет организовать интерактивную информационную среду, основанную на гипертекстовой структуре этого информационного продукта (ресурса). Именно в таком смысле понимания «мультимедиа» и «мультимедийные технологии» будут использоваться в данной работе.

2) Источник и носитель (например, CD-ROM) этого информационного продукта (ресурса) [7].

Обучение с использованием мультимедиа является неотъемлемой частью общей системы образования, поэтому при создании мультимедийных образовательных средств необходимо исходить из общих принципов обучения, которые требуют четкой формулировки целей, содержания и методов обучения с использованием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Основная цель этого обучения - научить учиться, т. е. научить школьников разрабатывать собственные эффективные стратегии обучения, собственную траекторию обучения, овладевать навыками поиска и организации информации, а также построения собственного информационного пространства [16].

Мультимедиа как средство обучения позволяет решить такие цели образования, как:

- 1) овладение компьютерной грамотностью;
- 2) индивидуализация обучения, что особенно актуально для обучающихся, которые по состоянию здоровья не могут посещать учебное заведение.

Мультимедийные средства обучения выполняют прежде всего педагогическую функцию, выступая в качестве носителя нового знания, поддерживающего диалог с обучаемым, и такой диалог реализуется следующими способами [18]:

- 1) через традиционную систему обучения: мультимедийное обучающее средство встраивается в традиционную классно-урочную

систему, и вносит коррективы в деятельность участников образовательного процесса;

2) через самостоятельную работу учащихся с мультимедийным педагогическим средством: используя гипертекстовую структуру учебного материала, обучающийся самостоятельно может выстраивать собственную траекторию обучения, изучить материал в произвольном порядке, используя средства поиска, ключевые слова, справочный материал, контрольный материал.

Существуют различные подходы к концептуализации современных целей образования, и такими целями современного образования Андерсен считает следующие [1]:

1) выстраивание значимого и усвоенного знания, т. е. развитие хорошо структурированной, дисциплинарной и междисциплинарной, ориентированной на повседневность и организованной по сетевому принципу системы способностей, навыков, умений и знаний в предметной области, имеющих широкое применение;

2) выстраивание прикладного знания: превращение значимого и усвоенного знания в знание, применимое в практической деятельности;

3) выстраивание знаний об обучении (понимание процесса обучения; метапознание, рефлексия обучения): полезный и эффективный способ создания значимого и усвоенного знания, а также прикладного знания. Этот важный навык позволяет обучающимся оценивать собственный процесс обучения.

Применение мультимедиа как средства обучения может позитивно сказаться сразу на нескольких аспектах учебного процесса:

1) стимулировать когнитивные аспекты обучения, такие как восприятие и осознание информации;

2) повысить мотивацию обучающихся;

3) помочь в развитии навыков совместной работы и коллективного познания;

4) развить у обучающихся более глубокий подход к обучению и, следовательно, помочь в формировании более глубокого понимания предмета.

Мультимедийные продукты ресурса Интернет предоставляют следующие возможности для повышения эффективности процесса обучения [24]:

1) одновременно использовать несколько каналов восприятия в процессе обучения, что позволяет достичь интеграции информации, доставляемой различными органами чувств;

2) имитировать эксперименты и сложные реальные ситуации;

3) визуализировать абстрактную информацию и динамические процессы;

4) развивать когнитивные структуры, сводить изучаемый материал в широкий учебный, общественный, исторический контекст и формировать системную интерпретацию изучаемого материала обучающимся. Фактически мы имеем здесь дело с давно разработанным принципом наглядности в обучении, который, однако, требует дальнейшего развития в новых условиях применения ИКТ в образовании.

Преимущества мультимедиа средств обучения в школьном обучении:

1) Мультимедиа оказывается полезной и плодотворной образовательной технологией благодаря своей интерактивности, гибкости и интеграции различной наглядной информации, а также возможности учитывать индивидуальные особенности обучаемых и способствовать повышению их мотивации.

Интерактивность является процессом представления информации в ответ на запросы пользователей и позволяет управлять представлением информации в определенных пределах: пользователи могут индивидуально изменять настройки, изучать результаты и отвечать на запросы программы о своих конкретных предпочтениях. Однако при использовании мультимедиа в школьном обучении нужно учитывать многие особенности [7]:

-даже принимая во внимание широкое распространение интерактивных средств обучения, нужно осознавать то, что в условиях экономического неравенства доступность учебных материалов и аппаратного обеспечения слишком различается, и педагог должен учитывать эту особенность;

-обучающимся требуется поддержка квалифицированных педагогов, умеющих руководить учебным процессом и помогающим им в выборе более эффективных стратегий обучения. Подобно традиционным учебникам, учебные средства мультимедиа обогащают методику преподавания лишь тогда, когда преподаватель не только предоставляет нужную информацию, но также и руководит учебным процессом, оказывая поддержку обучающимся и помогая им.

2) Индивидуализация процесса обучения. Обучающиеся становятся активными участниками образовательного процесса, так как могут влиять на процесс обучения, подстраивая его под собственные индивидуальные способности и предпочтения, так как могут изучать именно тот материал, который их интересует в данный момент, повторять материал столько раз, сколько им нужно, что способствует индивидуальному восприятию учебной информации.

Использование качественных интерактивных средств обучения позволяет приспособить процесс обучения к социальным и культурным особенностям обучаемых, их индивидуальным стилям и темпам обучения, их интересам. Индивидуализация обучения при использовании мультимедиа-средств способствует реализации принципов активного, самостоятельного, творческого обучения, при котором обучающиеся сами выбирают свою образовательную траекторию и решают, какие темы изучать и на какие вопросы искать ответ [25].

3) Интерактивные средства обучения также могут быть использованы для организации группового обучения [7]. Небольшие группы обучающихся могут работать совместно с одним мультимедийным приложением, одновременно развивая навыки совместной работы, диалога с коллегами по

учебе. Интерактивность и гибкость мультимедийных технологий могут быть весьма полезны для индивидуализации обучения тех, кто нуждается в специальных образовательных программах [11]:

- у детей, страдающих аутизмом, при использовании мультимедиа в обучении наблюдается значительное улучшение фонологического осознания и навыков чтения;

- лица со значительными нарушениями речи и ограниченными физическими возможностями также выигрывают от применения мультимедиа в учебном процессе, обладающих достаточной гибкостью, что позволяет подстраиваться под индивидуальные потребности;

- у слабослышащих и глухих визуальное представление информации значительно повышает мотивацию к учебе.

Недостатки мультимедиа продуктов как средства обучения [24]:

1) Самостоятельное обучение. Некоторые обучающиеся не могут воспользоваться той свободой, которую предоставляет самостоятельное обучение посредством мультимедийных материалов;

2) Рассеивание внимания. Часто запутанные и сложные способы представления информации отвлекают пользователя от изучаемого материала, рассеивая его внимание. К тому же нелинейная структура учебного материала «соблазняет» пользователя пройтись по всем предлагаемым ссылкам, что может отвлечь его от основной задачи;

3) Отсутствие выборочной обратной связи. Уровень обратной связи большинства мультимедийных программ остается очень низким. Возможности обратной связи пользователя в образовательных приложениях весьма ограничены: компьютерные устройства не могут заменить личного общения с преподавателем, так как они только расширяют его возможности. Обратная связь большинства приложений ограничивается мониторингом правильности ответов. Учебные интернет-ресурсы не поддерживают возможность динамического выбора различных стратегий обучения и не предоставляют подробных комментариев по поводу правильных или

неправильных ответов. Мультимедиа-приложения неспособны определить индивидуальные потребности или особенности обучаемого, поэтому они не могут реагировать подобно педагогу;

4) Большое количество информации, представленной мультимедийным продуктом, также может отвлечь внимание обучающихся. Кратковременная память человека имеет ограниченные возможности, и когда учащимся показывают мультимедийную информацию нескольких видов одновременно, они могут отвлекаться на желание уследить за другими, в результате чего нарушается целостность учебного материала. Кроме того, ограничена способность людей одновременно использовать разные органы чувств, что может негативно сказаться на образовательном потенциале мультимедийных материалов;

5) Ограниченность компьютерного моделирования. Во многих случаях для обучающихся важно проведение опытов своими руками и реальное ощущение экспериментального процесса. Например, для изучения насекомых на занятиях по биологии в 7 классе необходимо организовывать выезды на природу, чтобы видеть жизнь насекомых в их естественной среде обитания;

6) Отсутствие навыков у школьников и учителя. Многие обучающиеся не имеют достаточных навыков в использовании интерактивных средств обучения, поэтому необходимо обучить их основам компьютерных технологий, прежде чем приступать к использованию мультимедийных программ. Учителям также может не хватать многих навыков, необходимых для эффективной работы с мультимедийными приложениями;

7) Сложность создания материалов. Создание аудио-, видео- и графических материалов для мультимедийных приложений является более трудоемкой по сравнению с подготовкой к традиционному уроку;

8) Доступность. Не все обучающиеся располагают требуемым аппаратным и программным обеспечением, и это может ограничить возможности использования мультимедийной продукции, поэтому педагог

должен учитывать эту особенность при использовании интерактивной лекции в обучении;

9) Технические сложности. Недостаточно быстрый канал связи в Интернет приводит к низкому качеству воспроизведения звука и изображения, к длительным задержкам при скачивании информации, что может негативно сказаться на эффективности учебного процесса.

Наиболее негативными процессами вследствие применения мультимедиа для самостоятельного изучения обучающимися Захарова И.Г. считает:

1) Многие обучающиеся (как, впрочем, и специалисты) развивают в себе привычку не разделять досуг, как, например, компьютерные игры, переписка по сети и собственно работу на компьютере. В результате и досуг, и работа носят явно непродуктивный и отрывочный характер;

2) В обучении, базирующемся на применении информационных технологий, наряду с таким положительным моментом как систематизация знаний, очень часто происходит фрагментация содержания;

3) Крайне опасно терять контакт между самими учениками, учителем и учениками, а также между учителями. В этой ситуации участники образовательного процесса уже не чувствуют себя членами единого сообщества, им остаются только роли анонимных получателей и источников предоставления учебной информации [11].

Таким образом, мультимедийный продукт может быть использован для представления и обработки различных типов знаний, использование этих продуктов может стимулировать обучающихся развивать свои собственные знания и навыки. Например, они могут развивать мотивацию к учебной деятельности, коммуникативные способности, социальную осведомленность, а также обучающую компетентность и этику. Однако в силу ряда специфических особенностей необходимо использовать мультимедийные средства обучения в сочетании с другими средствами обучения, и в этом случае это приведет к наиболее глубокой познавательной деятельности [12].

1.2. Особенности интерактивной лекции, составленной с помощью Интернет–платформ

Изучение биологии в школе на вербальном уровне не создает правильного представления об изучаемых объектах и явлениях, поэтому главной задачей учителей биологии является разумное использование в учебном процессе наглядных средств обучения. Информатизация учебного курса биологии осуществляется в форме внедрения средств новых информационных технологий, в том числе интерактивных презентаций. Такие обучающие пособия по биологии обеспечивают наглядность, интерактивность и другие качества, отличающие их от учебников на бумажных носителях, и уроки с использованием электронных изданий вызывают положительные эмоции, повышают уровень усвоения материала, стимулируют активность и творческое мышление [25].

В настоящее время внедрение интерактивных форм обучения является одним из важнейших направлений совершенствования образовательного процесса, и основные методические инновации связаны сегодня с применением именно таких методов обучения.

С английского «interact» дословно переводится как «взаимодействовать». В одном из исследований было проведено четкое различие между взаимодействием и интерактивностью. Поскольку суффикс «-ость» (в оригинале «-ity» в слове «interactivity») используется для образования существительных, обозначающих качество, условие или свойство, в этих исследованиях интерактивность определяется как «качество или условие взаимодействия» [36].

Некоторые исследователи предлагают разграничивать взаимодействие и интерактивность, так как взаимодействие может присутствовать в любой заданной обстановке, но качество взаимодействия варьируется от низкого к высокому. Существует несколько классификаций, выделяющих от трех до четырех типов или уровней интерактивности. Специалисты в области медиа

образования Бент Б. Андерсен и Катя ванден Бринк определяют три типа интерактивности в мультимедийных технологиях [1]:

1) реактивное взаимодействие: пользователь проявляет ответную реакцию на ситуации, предлагаемые в жестко фиксированной последовательности;

2) активное взаимодействие: пользователь контролирует программу, решая, в каком порядке выполнять задания и изучать материал;

3) обоюдное взаимодействие: пользователь и программа способны взаимно адаптироваться друг к другу.

А. В. Осин выделяет четыре уровня взаимодействия пользователя с электронным образовательным ресурсом и соответствующие этим уровням формы взаимодействия [21]:

1) условно-пассивные: чтение текста, просмотр изображения или графика, прослушивание звука, восприятие аудиовизуальной композиции;

2) активные: копирование, масштабирование, изменение пространственной ориентации объекта, а так же множественный выбор;

3) деятельностные: перемещение/совмещение/объединение объектов составление композиций объектов и т.д.;

4) исследовательские: манипуляции с электронным образовательным ресурсом могут быть произвольными.

В одной из наиболее распространенных классификаций выделяют три уровня взаимодействия:

1) линейное взаимодействие (нет интерактивности), при котором данное сообщение не связано с предыдущими сообщениями;

2) реактивное взаимодействие, при котором данное сообщение связано с одним предыдущим сообщением;

3) множественное или диалоговое взаимодействие (высший уровень интерактивности), при котором данное сообщение связано с множеством предыдущих сообщений и с отношениями между ними.

Из этого следует, что не интерактивные средства обучения охватывают первый уровень интерактивности, то есть линейный. Такие средства обычно представляют собой определенный объем информации в виде текста, аудио- или видеоинформации с теоретическим наполнением. К не интерактивным средствам обучения относятся:

- 1) учебные книги (как твердые копии на бумажных носителях, так и их электронные варианты, учебно-методические пособия, справочники и т.д.);
- 2) аудио-учебно-информационные материалы;
- 3) видео-учебно-информационные материалы;
- 4) базы данных и знаний с удаленным доступом;
- 5) электронные библиотеки с удаленным доступом [8].

Данные средства обучения объединяет то, что они являются теоретической основой обучения: линейное взаимодействие не предполагает коммуникации обучающегося ни с самим средством, ни с педагогом. Работа обучающегося в данном случае сводится к пассивному восприятию информации, содержащейся в средстве обучения. В то же время, каждое интерактивное средство обучения в большинстве случаев является самостоятельной единицей интерактивного контента.

Интерактивный – взаимодействующий или находящийся в режиме диалога с кем-либо (человеком) или чем-либо (например, компьютером). Интерактивный учебный процесс организован таким образом, что практически все обучающиеся вовлечены в процесс познания.

Интерактивные презентации охватывают два уровня интерактивности (реактивный и собственно интерактивный). К интерактивным средствам обучения на базе Интернет–платформ обычно относят [16]:

- 1) компьютерные обучающие системы;
- 2) лабораторные дистанционные практикумы;
- 3) тренажеры с удаленным доступом.

Каждое из этих средств может использоваться как самостоятельная, обособленная единица контента, однако в образовании для реализации ФГОС

обычно применяют совокупность средств обучения, направленных на достижение обучающимся определенных результатов. Урок, как организационная форма обучения, все еще является оптимальной, благодаря возможности для педагога комбинировать для обучающихся теоретическое наполнение и практические задания.

Интерактивные средства обучения в наибольшей степени соответствуют личностному подходу: они предполагают совместное обучение, причем и ученик, и учитель являются субъектами образовательного процесса. Учитель часто выступает в роли организатора учебного процесса, руководителя группы, создателя условий для проявления инициативы учащихся. Интерактивное обучение строится на основе собственного опыта студентов, их непосредственного взаимодействия с осваиваемой областью профессионального опыта. Обучение с использованием интерактивных образовательных средств предполагает иную логику образовательного процесса, нежели обычная: не от теории к практике, а от формирования нового опыта к его теоретическому осмыслению через применение [13].

Интерактивная лекция на базе интернет-ресурсов представляет собой учебное пособие, в котором теоретический материал с помощью использования мультимедийных средств структурирован таким образом, чтобы каждый обучающийся мог выбрать для себя оптимальную траекторию изучения материала, комфортный темп прохождения курса и способ обучения, который тесно соответствует психофизиологическим особенностям его восприятия. Обучающий эффект в таких программах достигается не только за счет содержания и дружественного интерфейса, но и за счет использования, например, тестовых программ, позволяющих школьнику оценить степень усвоения теоретического учебного материала [41].

Представление информации в виде интерактивной презентации позволяет представить учебный материал как систему опорных образов,

наполненных исчерпывающей структурированной информацией в альтернативном порядке, так как в этом случае задействуются различные каналы восприятия учащихся. Это свойство позволяет получить информацию не только в фактографическом, но и в ассоциативном виде, что способствует усвоению информации [7].

Цель такого представления учебной информации –это формирование мыслеобразов у обучающихся. Подача учебного материала в виде интерактивной презентации сокращает время обучения, и тем самым высвобождает ресурсы здоровья детей. Это становится возможным благодаря интерактивности электронных учебных приложений, которые наилучшим образом способствуют организации самостоятельной познавательной деятельности обучающихся [20].

Использование интерактивной лекции как средства обучения целесообразно для следующих учебных задач:

1) Для изучения нового материала: позволяет иллюстрировать разнообразные наглядные средства; применение особенно выгодно в тех случаях, когда необходимо показать динамику развития какого-либо процесса;

2) Для закрепления новой темы;

3) Для проверки знаний: компьютерное тестирование или тренажер в виде игры — это самопроверка и самореализация, а также хороший стимул для обучения. Для учителя — это средство контроля знаний обучающихся;

4) Для проверки фронтальных самостоятельных работ: обеспечивает наряду с устным визуальный контроль результатов;

5) Для углубления знаний: может быть использован как дополнительный материал к урокам;

6) При решении задач обучающего характера. Помогает выполнить и контролировать промежуточные и окончательный результаты самостоятельной работы [12].

Интерактивная лекция создается на базе какого-либо Интернет ресурса для создания Интернет-презентаций или Web-страниц с функцией встраивания интерактивного контента, как, например, платформа Slides, используемая нами для составления интерактивной лекции [41]. Такие лекции распространяются с помощью ссылок или QR-кодов, которые предоставляются педагогом обучающимся. При этом педагог имеет возможность не только создавать интерактивные лекции самостоятельно, с помощью своего аккаунта (учетной записи), но и использовать лекции, уже созданные другими педагогами.

Такая лекция может быть использована как средство обучения в рамках школьного урока, и как средство дистанционного обучения. В случае использования данной лекции в рамках урока имеет место использование таких типов контента, которые позволяют создать интерактивное взаимодействие между всеми участниками образовательного процесса, например, лекция, созданной на платформе под названием AhaSlides позволяет составлять облако слов, открытые вопросы, викторины, в которых участие принимают все обучающиеся [40]. Если же предполагается использование интерактивной лекции для самостоятельного изучения в целях углубления знаний и устранения пробелов, то имеет место использование презентации, созданной на платформе Slides, которая дает возможность выбора сценария изучения посредством нелинейной навигации.

Тренажеры в интерактивной лекции могут быть в виде викторины, опроса, теста с выбором или вводом ответа, интерактивного видео и многих других видов интерактивного контента [34][38][39]. В текст лекции педагог—составитель может также добавить ссылки на сторонние ресурсы, содержащие дополнительную теоретическую информацию по теме, которая не входит в основной текст лекции, а также на видео- и аудиоресурсы для дополнительного ознакомления.

Для создания интерактивной лекции педагог должен иметь достаточный объем ИКТ-компетенций, компьютерное устройство (наиболее

удобный вариант – это стационарный компьютер или ноутбук) и доступ к сети Интернет на данном устройстве, обучающемуся так же необходимо иметь ряд ИКТ-компетенций для свободной работы с Интернет-ресурсами, компьютерное устройство доступ к сети Интернет на нем.

Существуют различные подходы к понятию компетенции. Мы подразумеваем под компетенцией способность реализации знаний и умений в конкретной ситуации. Компетенция — это квалификационная характеристика индивида, взятая в момент его включения в деятельность [31].

Современному учителю биологии необходимо уметь пользоваться новейшими техническими разработками в сфере образования, так как это умение открывает множество способов не только заинтересовать обучающихся в учебном процессе, но и оптимизировать усвоение ряда знаний и навыков, как предметных, так и метапредметных.

1.3 Перспективы использования интерактивной лекции для углубленного изучения физиологии клетки в старших классах общеобразовательной школы

При анализе результатов единого государственного экзамена, всероссийской олимпиады школьников выявлены ряд «проблемных» с относительно низким уровнем усвоения тем школьного курса [27]. В частности у участников ЕГЭ традиционно наибольшие затруднения вызывают такие элементы содержания как: Метаболизм клетки. Энергетический и пластический обмен, их взаимосвязь Реакции матричного синтеза (49%). Жизненный цикл клетки. Митоз Мейоз (47%). Закономерности наследственности, решение генетических задач (39%). Основы селекции и биотехнология (47%).

Оценка образовательных достижений учащихся по биологии в рамках международной программы PISA (Programme for international student

assessment”) [42] подтверждает отставание российских школьников в выполнении заданий на научное объяснение явлений с использованием заданий по биологии клетки и экологии.

Среди причин, затрудняющих освоение обучающимися материала по биологии клетки, указывают недостаточную интеграцию биологических знаний с физическими и химическими знаниями. Освоение темы требует от школьника получаемых в курсе химии знаний об окислительно–восстановительных реакциях, основных классах органических веществ, энергии химической связи, а также суть процессов окисления, дегидрирования, фосфолирования и т.д. Что касается связи с физикой, то требуется понимание основ термодинамики и молекулярной физики. Особенно необходимо знакомство с вторым законом термодинамики, с понятием свободной энергии.

Теоретический уровень формирования данного понятия требует понимания живого не только на молекулярном, но и субмолекулярном уровне. Именно это имели в виду Н.М. Верзилин и В.М. Корсунская, когда писали: «... важнейшее понятие об обмене веществ, связанном с жизненными функциями и условиями жизни, требует особого внимания ... Научному формированию и планомерному развитию понятия об обмене веществ мешает отсутствие должного внимания обмену внутриклеточному, внутритканевому и превращениям энергии». [4, с. 93]

На молекулярном уровне понятие "метаболизм" рассматривается в школьном курсе общей биологии при изучении строения и функции клеток. Будучи фундаментальным для всего курса биологии, оно само формируется на основе ключевых естественнонаучных и биологических концепций. К ним относятся, прежде всего, такие понятия как: энергия, анаболизм, катаболизм, фотосинтез, дыхание, биологическое окисление и т. д. Вполне естественно, что понимание сущности этих понятий, а также их логической взаимосвязи будет зависеть от глубины и точности формирования конечного понятия-обмена веществ.

Сложности при изучении энергообмена могут возникать и в результате неточностей в изложении материала школьного учебника, преобладании структурного, а не функционального сущностного подхода к объяснению материала в учебнике. Нами были проанализированы несколько учебников по биологии для 10–11 классов, используемых для углубленного изучения биологии [5][10][28][32]. Из них наиболее используемым учебником в школах является «Общая биология» под редакцией В.Б. Захарова, и в данном учебнике материал представлен очень кратко. Так, например, в третьем этапе энергетического обмена не выделен ни цикл Кребса, ни митохондриальное окисление. Этот этап представлен только суммарным уравнением реакции аэробного дыхания, что не дает объяснения процессов, происходящих на данном этапе энергетического обмена [10]. Наиболее полное описание процессов второго и третьего этапа энергообмена дается в учебнике Л.В. Высоцкой [5], где подробно описывается и процесс гликолиза, и аэробное дыхание митохондрий, также подробно материал описан в учебниках Теремова [32], А.О.Рувинского [28]. Однако в этих предназначенных для профильного обучения учебниках слабо актуализируются уже полученные в курсе химии знания об окислительно-восстановительных реакциях. Положительным в них является описание кислорода, как конечного акцептора электронов в электротранспортной цепи (ЭТЦ) митохондрий, что объясняет его биологическую роль в организме и устанавливает связь между потреблением организмом кислорода на макроуровне и митохондриальным дыханием. Но описания транспорта электронов от оксидоредуктаз до ЭТЦ изобилуют неточностями. При описании биологического окисления в данном учебнике идет пояснение о том, что эти процессы идут ступенчато и электроны перемещаются по нисходящей лестнице переносчиков. Вопрос о направлении движения электронов к кислороду не обосновывается. При описании ступенчатого высвобождения энергии игнорирование хемиосмотического принципа затрудняет понимание механизма окислительного фосфорилирования [28].

Мотивировать школьников к изучению этих сложных вопросов может демонстрация роли знаний об энергетическом обмене клетки для медицины. Для этого необходимо уделять внимание связи веществ, являющихся центральными звеньями в энергетическом обмене и постоянства внутренней среды организма, устанавливать влияние питания на обмен веществ, роль витаминов в энергетическом обмене. Так, например, никотиновая кислота (витамин РР), из которой в гетеротрофном организме синтезируется никотинамидадениндинуклеотид (НАД) и никотинамидадениндинуклеотид–фосфат (НАДФ), участвующие в окислительно–восстановительных реакциях, являясь переносчиками электронов. Витамин В1 (тиамин) в форме тиаминпирофосфата (ТПФ) входит в состав двух сложных ферментных систем – пируват- и α -кетоглутаратдегидрогеназных комплексов, катализирующих окислительное декарбоксилирование пировиноградной и α -кетоглутаровой кислот. Убихинон (КоQ)–обязательный компонент дыхательной цепи: осуществляет в митохондриях перенос электронов от мембранных дегидрогеназ (в частности, НАДН-дегидрогеназы дыхательной цепи, СДГ и т.д.) на цитохромы. В организме человека КоQ может синтезироваться из мевалоновой кислоты и продуктов обмена фенилаланина и тирозина. По этой причине КоQ нельзя отнести к классическим витаминам, однако при некоторых патологических состояниях, развивающихся как следствие неполноценности питания, КоQ становится незаменимым фактором [29].

Органические кислоты, синтезируемые в цикле Кребса, имеют важнейшее значение для нормального функционирования организма. К примеру, янтарная кислота, являющаяся одним из промежуточных продуктов цикла трикарбоновых кислот, является веществом, необходимым организму, и ее принимают в виде препарата для повышения иммунитета, выведения токсинов из организма, восстановления после физической нагрузки. Актуальны вопросы связи метаболического гомеостаза и работы мозга, а также процессов, происходящих при больших физических нагрузках.

Глюкоза как энергосубстрат имеет огромное значение для функционирования мозга, а также для работы быстрых мышечных волокон [14]. Также актуальна взаимосвязь процессов энергообмена в зависимости от изменений окружающей среды или образа жизни: повышение или понижение температуры, недостаточное или избыточное питание, нахождение человека в горной местности в условиях разреженного воздуха и т.д. Роль знаний об энергообмене в области медицины возможна, через освещение вопроса о том, какие болезни вызывают сбои в энергетическом обмене человека.

Выше указанные аспекты энергетического обмена помогают установить взаимосвязь с жизнедеятельностью организма. В случае, когда обучающийся готовится к поступлению в медицинский или другой вуз с биологическим направлением, полученные в рамках профильного обучения знания о химизме этапов гликолиза, цикла Кребса, ЭТЦ и хемиосмотического сопряжения дают хороший фундамент для изучения в вузе сигнальных путей в энергообмене, его генетических основ.

Перечисленные ранее возможности интерактивной лекции позволяют преодолеть школьнику абстрактность биохимических схем, увидеть за ними увлекательный мир энергетических станций клетки.

Для того, чтобы оценить целесообразность углубленного изучения энергетического обмена клетки, проводилась оценка знаний по этой теме среди обучающихся десятых классов, выбравших профильное обучение биологии. При разработке вопросов теста использовались материалы по биохимии для обучающихся в биологическом классе СУНЦ МГУ [26]. Результаты тестирования оказались следующие: из 10 тестируемых оценку «5» получил один человек, оценку «4» получили 4 человека, и на оценку «3» ответили 5 человек, средний балл оказался равен 3,6. На основе результатов тестирования, а также бесед с учителем биологии, пожеланий, высказанных обучающимися, было принято решение о дополнительном интерактивном изучении темы «Энергетический обмен в клетке» в целях углубления знаний и устранения пробелов в знаниях по данной теме.

В разрабатываемой лекции в первую очередь уделено внимание визуализации многоэтапных молекулярных процессов (строение и функционирование дыхательной цепи, процесс синтеза АТФ), для решения этой задачи полезными оказались видеофрагменты [9][19]. Следующей важной задачей было разработка интерактивных заданий-тренажеров для самостоятельного контроля обучающимся уровня усвоения материала. Кроме того, с учетом интересов обучающихся, в основном планирующих поступление в медицинские вузы Сибири, в лекцию добавлен материал по биомедицинским аспектам энергетического обмена.

Разработка интерактивной лекции проводилась в соответствии с планом ее создания, учитывались структура интерактивной лекции и особенности программного обеспечения, позволяющего разнообразие учебные материалы представить в виде интерактивного контента.

Тип урока—изучение нового материала.

Цель лекции: актуализация и углубление теоретических знаний об обмене веществ, а также устранение пробелов в знаниях, касающихся темы обеспечения клеток энергией.

Задачи:

Предметные: углубить представление об энергетическом обмене веществ в организме эукариот; выяснить значение энергетического обмена для организма человека.

Метапредметные: продолжить развитие исследовательских умений, умения сравнивать, обобщать и делать выводы; продолжить развитие умения работать с разными источниками информации, анализировать информацию; продолжить формирование умения производить самооценку и самоконтроль.

Личностные: способствовать развитию творческого мышления, мышления, направленного на здоровый образ жизни.

Планируемый результат: обучающиеся расширяют знания о процессе энергетического обмена в живых организмах, используют теоретический материал для решения практических задач.

Основные понятия, раскрываемые в лекции: энергетический обмен, энергия АТФ, этапы энергетического обмена, анаэробные и аэробные условия, гликолиз, митохондрии, ферменты, цикл Кребса, электрон-транспортная цепь, хемиосмотическое сопряжение, окислительное фосфорилирование.

В случае самостоятельного изучения темы, когда обучающиеся находятся вне физической досягаемости педагогов образовательного учреждения, на первый плане находятся компьютерные технологии. При условии сформированных у обучающегося базовых универсальных учебных действий и ИКТ-компетенций, грамотно созданная интерактивная лекция позволит достигнуть большинства планируемых общеобразовательных результатов обучения.

Глава 2. РАЗРАБОТКА ИНТЕКТИВНОЙ ЛЕКЦИИ НА БАЗЕ ИНТЕРНЕТ–РЕСУРСОВ

2.1 Теоретическая основа энергетического обмена в клетке

Живой организм – открытая термодинамическая система, поэтому она осуществляет постоянный обмен веществом и энергией с окружающей средой. В отличие от других открытых систем в живом организме обмен веществ и энергии представляет высокоупорядоченную сложную регулируемую систему катализируемых ферментами химических реакций. Понятие метаболизм как раз используется, чтобы выделить важные особенности обменных процессов в живом организме. Для детального анализа в целостном процессе метаболизма выделяют энергетический обмен, включая в него метаболические пути, обеспечивающие энергией процессы поддержания структурной целостности клеток, новообразования структур в клетке и организме (так называемый пластический обмен), локомоции как на клеточном так и на организменном уровнях, гомеостатирование физико-химических параметров внутриклеточной среды, закономерности сопряжения процессов окислительного катаболизма, сопровождающихся выделением энергии и эндергонических процессов, требующих подвода энергии извне, проблемы эффективности этого сопряжения [3].

В настоящее время выделяют три выполняющих функцию сопряжения «энергетические валюты» клетки: макроэргические связи АТФ, протонный электрохимический потенциал на мембране митохондрий и натриевый электрохимический потенциал на плазматической мембране [30]. Исторически первой была открыта роль АТФ в переносе свободной энергии в клетке. В 1929 г сотрудники Гарвардской Медицинской школы Сайрус Фиске и Йеллапрагад Суббарао и почти одновременно сотрудники Института биологии кайзера Вильгельма в Берлине Карл Ломан и Отто Мейергоф опубликовали работы, в которых описали молекулу АТФ. В 30-е г группа советских биохимиков под руководством проф. В.А. Энгельгардта показали, что механические свойства миозина и само мышечное сокращение требуют

аэробного ресинтеза АТФ. Нобелевский лауреат Фриц Липман заинтересовался энергетическими аспектами метаболизма также в 30-е г., работая в лаборатории проф. Мейергофа. В 1941 г, уже переехав в США Липман опубликовал известную работу «Метаболическое образование и использование энергии фосфатных связей», в которой ввел понятие «высокоэнергетические фосфаты», предложил концепцию АТФ-цикла. Хотя неоднократно отмечалось, что понятие макроэргическая высокоэнергетическая связь неточно и может быть неверно истолковано в том смысле, что энергия заключена в самой связи, этот термин получил широкое распространение. С точки зрения термодинамики направление химического процесса определяется величиной изменения свободной энергии дельтаG [14]. Если свободная энергия продуктов меньше, дельтаG отрицательна, процесс протекает самопроизвольно. Гидролиз АТФ характеризуется высоким отрицательным значением дельтаG. Изменения свободной энергии двух сопряженных процессов аддитивны. Следовательно, сопряжение в активных центрах ферментов реакции гидролиза АТФ с эндергонической реакцией, абсолютное значение дельтаG которой меньше, подтолкнет эту реакцию. Высокое отрицательное дельтаG обусловлено несколькими причинами, в частности высокой концентрацией взаимно отталкивающих друг друга отрицательно заряженных фосфатных групп в молекуле АТФ. Для протекания многих ключевых стадий энергетического обмена принципиально важно, что есть фосфат-содержащие соединения с еще более отрицательным значением дельтаG, такие, например, как 1,3-дифосфоглицерат, фосфоенолпируват, креатинфосфат и др., которые таким образом могут использоваться для синтеза АТФ [14]. Такой путь синтеза называется субстратным фосфорилированием. В общих путях катаболизма именно таким путем происходит синтез АТФ в гликолизе, в тиокиназной реакции цикла Кребса, быстрый ресинтез АТФ в первые секунды мышечного сокращения на основе креатинфосфата. Образование высокоэнергетических фосфатов происходит в реакциях внутримолекулярного окисления. В

большинстве клеток субстратное фосфорилирование обеспечивает синтез не более 5% всей АТФ. Основной синтез АТФ связан с реакциями, в которых освобождаемые электроны переносятся в конечном итоге на кислород [17].

Пространственно-временной подход позволяет выделить три этапа катаболизма, разделенных не только во времени, но и протекающих в разных частях клетки: это подготовительный этап, бескислородное окисление, кислородное окисление. Эта схема широко используется в школьных учебниках.

Подготовительный этап заключается в расщеплении сложных полимеров белков, жиров и углеводов до их мономеров. Собственно в окислительном катаболизме в основном используется глюкоза и жирные кислоты. Выделение этого этапа оправдано тем, что многие, если не все животные клетки в той или иной степени депонируют глюкозу в виде гликогена, а жирные кислоты в виде триглицеридов. Гранулы гликогена тесно связаны со структурами эндоплазматической сети, на мембранах которой локализованы ферменты гликолиза и гликогенолиза. Сопряжение липаз с липидными каплями осуществляется специальными белками мембраны, покрывающей липидную каплю такими как перилипины [17]. У одноклеточных организмов захваченная пища попадает в пищеварительный пузырек (лизосому), и при помощи ферментов подвергается расщеплению до мономеров. На этом этапе практически отсутствует высвобождение энергии, поэтому целесообразность его выделения дискутируется.

В качестве второго этапа энергетического обмена рассматривается бескислородное окисление в гликолизе.

Гликолиз (от греческого гликос – «сладкий» и лизис – «расщеплять»)- это последовательность ферментативных реакций, приводящих к превращению глюкозы в пируват с одновременным образованием АТФ. При аэробных условиях пируват переносится в митохондрии, где полностью окисляется до CO_2 и H_2O . Гликолиз является цепочкой из 10 биохимических превращений, итогом которых является трансформация стабильной

молекулы глюкозы в трехуглеродные молекулы пирувата (пировиноградной кислоты). Если содержание кислорода недостаточно, как это может иметь место в активно сокращающейся мышце, пируват восстанавливается в лактат; электроны предоставляются НАДН, образовавшимся в глицеральдегиддегидрогеназной реакции.

Суммарное уравнение гликолиза:



В анаэробных условиях гликолиз – это единственный процесс в животной клетке, поставляющий энергию. В быстрых мышечных волокнах скорость гликолиза может возрасти в 100 раз [2]. Накопление конечного продукта молочной кислоты, развивающийся ацидоз, ингибирование ключевого аллостерического фермента фосфофруктокиназы протонами водорода приводит к остановке гликолиза в течение примерно 4-х мин. Лактат, поступает в кровь, переносится в печень на синтез глюкозы (цикл Кори). Увеличение угольной кислоты за счет реакций карбонатной буферной системы крови уменьшает сродство гемоглобина к O₂, усиливает работу дыхательного центра и обеспечивает быструю ликвидацию кислородного долга в клетках. Ацидоз, вызванный накоплением лактата, через активацию лизосомальных ферментов, увеличение онкотического давления, приводит к тканевому отеку, возбуждению ноцицепторов и развитию болевого синдрома [2]. В немногих очень упрощенных клетках, таких как эритроциты млекопитающих, гликолиз может поддерживать редуцированные потребности в энергии. Превращения глюкозы до пирувата в присутствии кислорода часто называют аэробным гликолизом. Ферменты гликолиза локализованы на мембранах эндоплазматической сети [2].

Этап кислородного окисления иногда называют **клеточным дыханием**, поскольку митохондрии потребляют O₂. Собственно все этапы дыхания на уровне организма (легочная вентиляция и транспорт газов кровью) полностью зависят, определяются митохондриальным потреблением O₂.

В митохондрии поступают пируват, жирные кислоты, многие аминокислоты, которые не вошли в катаболизм на уровне гликолиза. Их окисление специальными ферментными системами приводит к образованию ацетильных остатков, присоединяющихся к коэнзимуА (производное пантотеновой кислоты). Окисление этого соединения, к которому редуцируются разнообразные пути катаболизма протекает в цикле трикарбоновых кислот (ЦТК, цикл Кребса, цикл лимонной кислоты) [29].

Цикл Кребса (цикл лимонной кислоты, цикл трикарбоновых кислот - ЦТК) впервые был открыт Г. Кребсом (немецкий биохимик, вынужденный эмигрировать в Англию с приходом к власти фашистов). Цикл Кребса – общий конечный путь окисления ацетильных групп (в виде ацетил-КоА), в которые превращается в процессе катаболизма большая часть органических молекул, играющих роль «клеточного топлива»: углеводов, жирных кислот и аминокислот [33].

Начинается цикл с присоединения ацетил-КоА к оксалоацетату и образования лимонной кислоты (цитрата). Затем лимонная кислота (шестиуглеродное соединение) путем ряда окислительных дегидрирований (отнятие гидрид-иона – атом водорода с электроном) и двух декарбоксилирований (отщепление CO_2) теряет два углеродных атома и снова в цикле Кребса превращается в оксалоацетат (четырёхуглеродное соединение), т.е. в результате полного оборота цикла одна молекула ацетил-КоА «сгорает» до CO_2 и H_2O , а молекула оксалоацетата регенерируется.

За один оборот цикла, состоящего из восьми ферментативных реакций, происходит полное окисление одной молекулы ацетил-КоА. Освобождающиеся электроны в виде гидрид-ионов переносятся никотинамидными и флавиновыми коферментами (НАДН и ФАДН₂ производные витаминов РР и В₂ соответственно) в электрон-транспортную цепь (ЭТЦ). В одной из реакций путем субстратного фосфорилирования синтезируется ГТФ, легко трансформирующаяся в АТФ.

Для непрерывной работы цикла необходимо постоянное поступление в систему ацетил-КоА, а коферменты (НАД⁺ и ФАД), перешедшие в восстановленное состояние, должны снова и снова окисляться. Это окисление осуществляется в системе переносчиков электронов в ЭТЦ, локализованной в мембране митохондрий [17].

Окислительное фосфорилирование протекает на кристах – выростах внутренней мембраны митохондрий. Его обеспечивает фермент АТФ-синтетаза и конвейер белковых переносчиков, названный ЭТЦ, поскольку они обеспечивают транспорт электронов на кислород. Переносчики локализованы в ЭТЦ в зависимости от величины своего стандартного окислительно-восстановительного потенциала (*син* - восстановительный потенциал, редокс-потенциал). Величина восстановительного потенциала является мерой способности вещества выступать в качестве восстановителя или окислителя [14, 30]. Чем более отрицательный знак имеет этот потенциал – тем выше способность отдавать электроны и наоборот. Для окислительно-восстановительной пары вода/О₂ величина потенциала составляет +0,82В. Движение электронов от более электроотрицательных к более электроположительным переносчикам сопровождается высвобождением энергии. Термодинамические расчеты показывают, что ее достаточно для образования 36 молекул АТФ. Суммарное уравнение биохимических реакций, протекающих в третьей фазе диссимиляции, можно записать так:



В итоге этих реакций и предшествующего окисления пирувата до ацетила-коэнзима А из одной молекулы происходит образование 36 молекул АТФ, тогда как в процессе гликолиза синтезируется всего 2 молекулы АТФ. Однако поскольку эта фаза требует кислорода для своих реакций, в бескислородной среде процесс протекать не может. Суммарный выход АТФ при окислении глюкозы – 38АТФ. Из этого следует, что кислородное окисление энергетически более выгодно для организмов, чем бескислородное. Выход АТФ при окислении пальмитиновой кислоты

достигает 120 молекул АТФ. Поэтому в условиях, когда потребность в энергетическом обеспечении возрастает целесообразнее может стать окисление жиров [30].

Цепь переноса электронов (дыхательная цепь) представляет собой организованную совокупность белковых и небелковых переносчиков электронов локализованную во внутренней митохондриальной мембране, конечным акцептором электронов является кислород. Электроны перемещаются в одном направлении, от переносчика с низким редокс-потенциалом к переносчику с более высоким редокс - потенциалом. ЭТЦ включает в себя три основных белковых ферментативных комплекса (комплексы I, III и IV), встроенных во внутреннюю митохондриальную мембрану и две подвижные молекулы-переносчика (кофермент Q и цитохром C). Сукцинатдегидрогеназа, работающая в цикле трикарбоновых кислот, в цепи переноса электронов рассматривается как комплекс II.

Выяснение механизма, связывающего высвобождение энергии при транспорте электронов с работой АТФ-синтетазы – задача, которая была решена английским ученым Питером Митчеллом. За это открытие он был удостоен нобелевской премии по химии 1978 г [30]. Митчелл обратил внимание на то, что окислительное фосфорилирование протекает только в интактных митохондриях, т.е. необходима целая неповрежденная внутренняя мембрана. Оксигенируя раствор, в котором находились выделенные митохондрии, Митчелл обнаружил снижение pH. На основании этого результата и ряда других он пришел к выводу, что освобождающаяся движущимися электронами энергия заставляет специальные насосы дыхательных комплексов выкачивать H^+ из митохондриального матрикса в межмембранное пространство. Протон генерирующими являются комплексы I, III и IV (рис. 1). Миграция пары электронов по полной дыхательной цепи сопровождается выбросом 10 протонов из матрикса. Создается трансмембранный электрохимический градиент, обусловленный различной концентрацией протонов в матриксе и межмембранном пространстве.

Энергия этого электрохимического градиента расходуется на синтез АТФ в V комплексе дыхательной цепи (фермент – протон транслоцирующая АТФ-синтаза). В состав этого сложного белкового комплекса входит канал для H^+ , при открытии которого H^+ устремляются обратно в матрикс и при этом за счет конформационных перестроек активного центра запускают синтез АТФ. Синтез АТФ за счет энергии электрохимического потенциала H^+ получил название **окислительного фосфорилирования**.

Электроны поступают в дыхательную цепь различными путями. При окислении НАДН в комплекс I происходит перенос 2-х электронов от ФМН и FeS-центров на убихинон (Q). При этом через комплекс I переносятся 4 H^+ . Образующиеся при окислении сукцината, ацил-КоА, глицеролфосфата, дигидропиримидинов, дигидрооротовой кислоты и других субстратов электроны переносятся на убихинон (Q) комплексом II (при окислении сукцината) через связанный с ферментом ФАДН₂ или через электрон переносящий флавопротеин (EFT). Прохождение пары электронов через комплекс II и убихинон сопровождается переносом 4-х протонов из матрикса.

QH₂-Дегидрогеназа (Коэнзим Q-цитохром c-редуктаза, комплекс III) состоит из 2 типов цитохромов (b₁ и b₂) и цитохрома c₁. QH₂-Дегидрогеназа переносит электроны от убихинола (QH₂) на цитохром C. В комплексе III электроны передаются от цитохромов b на FeS-центры, затем на цитохром c₁ и затем на цитохром C.

Цитохром C выполняет роль переносчика электронов от комплекса III к комплексу IV. Это водорастворимый белок, содержащий 104 аминокислотных остатка, перемещающийся по внешней стороне внутренней митохондриальной мембраны.

Последний протонгенерирующий комплекс (комплекс IV) — фермент цитохром C-оксидаза обеспечивает образование воды из электронов, поступающих в него по дыхательной цепи, кислорода и протонов митохондриального матрикса. При этом через комплекс IV переносятся 2 H^+ .

Цитохром с-оксидаза (комплекс IV) состоит из двух цитохромов типа aa3, каждый из которых имеет центр связывания с кислородом. Гемцитохромов типа a-a3 называют гем А. Он содержит вместо метильной (-CH₃) и винильной (-CH=CH₂) групп формильную (-COH) группу и углеводородную цепь соответственно. Вторая особенность – наличие ионов меди в специальных белковых центрах (CuA-центры). Перенос электронов комплексом IV связан с изменением степени окисления ионов меди и железа в составе этого комплекса: $\text{Cu}^+ \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + e^-$ и $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$. Этот ферментативный комплекс непосредственно переносит электроны на молекулярный кислород. При переносе электронов на O₂ образуется супероксид анион-радикал (супероксид радикал), далее гидропероксид-анион HO₂⁻, который связывая протон из митохондриального матрикса, превращается в пероксид водорода и далее восстанавливается до воды.

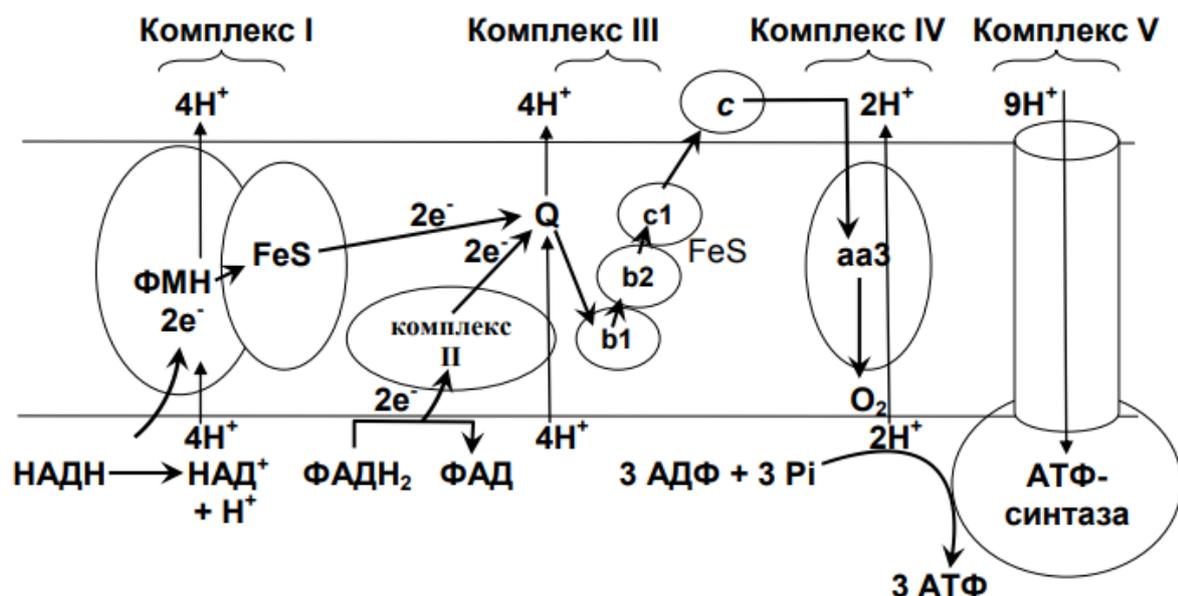


Рисунок 1. Схема переноса электронов в дыхательной цепи [33]

КПД синтеза АТФ за счет окислительного фосфорилирования не превышает 30% [17]. В частности, только около 40-45% энергии

перемещения электронов, используется для создания протонного градиента. Часть электронов, например, реагирует с O_2 раньше, в результате образуется высокореакционный супероксид анион-радикал, частично нейтрализуемый антиоксидантными системами клетки [2, 30].

Энергия протонного градиента используется не только для синтеза АТФ. 20-25% этой энергии используется специальными транспортерами внутренней мембраны для транспорта необходимых субстратов [30]. Например транспорт жирных кислот карнитином в отрицательно заряженный матрикс возможен только в протонированной форме. Также транспортируется необходимый для синтеза АТФ остаток фосфорной кислоты. В адипоцитах бурого жира внутренняя мембрана митохондрий содержит разобщающий белок [30]. Он получил такое название за способность переносить H^+ в матрикс без синтеза АТФ. В результате энергия протонного градиента полностью рассеивается в тепло. Эта продукция тепла очень важна для терморегуляции в условиях понижения температуры окружающей среды. В других клетках и без специального разобщающего белка часть энергии рассеивается в виде тепла из-за несовершенства механизмов сопряжения [17]. Это метаболическое тепло – важный продукт наряду с АТФ. У гомойотермов теплопродукция в ЭТЦ выше чем у пойкилотермов.

Не менее половины АТФ, транспортируемой в цитоплазму, используется на работу ионных насосов, прежде всего Na, K -насоса плазматической мембраны. Возникающий электрохимический потенциал ионов Na – источник энергии для транспорта в клетку глюкозы и аминокислот, для процессов возбуждения. Поэтому электрохимические ионные потенциалы рассматривают как еще одну дополнительно к АТФ энергетическую валюту [30].

2.2 Ресурсы для создания интерактивной лекции

Существует множество платформ (в том числе и платных) для создания интерактивного контента. Из всего их множества мы выбрали 3: LearningApps, EducaPlay и Slides.

LearningApps – это Web-приложение для создания интерактивных обучающих модулей [34]. Эти модули могут быть встроены в содержание обучения, их можно создавать и редактировать в оперативном режиме. LearningApps создан швейцарской компанией, но сайт почти полностью адаптирован на 21 язык, включая русский. На данный момент сайт дает возможность для создания интерактивных модулей 24 различных видов, объединенных в 3 группы:

1) упражнения («найти пару», классификация, хронологическая линейка, простой порядок, ввод текста, сортировка картинок, викторина с выбором правильного ответа, «заполнить пропуски»);

2) игры (сетка приложений, аудио/видео контент, «Кто хочет стать миллионером?», пазл «Угадай-ка», кроссворд, слова из букв, «Где находится это?», «виселица», «скачки», игра «парочки», «оцените»);

3) инструменты (голосование, чат, календарь, блокнот, доска объявлений). LearningApps наиболее прост в освоении, по сравнению с другим ресурсами, благодаря широкому выбору видов модулей, русской адаптации, а так же хорошо прописанному алгоритму.

EducaPlay- это инструмент для «геймификации» образования и создания приложений для обучения во время игры [23]. Данный ресурс имеет адаптацию только на английский, испанский и французский языки и не предоставляет возможности настроить перевод кнопок и надписей. Тем не менее, EducaPlay так же может быть полезным для педагогов общеобразовательной школы.

При планировании лекции из раздела «Учение о клетке» мы приняли решение выполнить лекцию в виде интерактивной презентации, используя

ресурс под названием Slides. Slides – это набор инструментов для создания интерактивных презентаций в браузере [41]. В функционал данного ресурса входят возможности создавать презентации с нелинейной навигацией, добавлять на слайды аудио- и видеоконтент и изображения без их скачивания, встраивать приложения (тесты, опросы, тренажеры) и делиться ссылками на свои презентации. Благодаря этому данный ресурс наиболее точно подходит к реализации нашей задачи – создания интерактивной лекции. После завершения всех этапов разработки интерактивной лекции составителю остается только отправить URL-адрес лекции обучающимся и дать им задание на контроль образовательных результатов.

Платформы, не используемые нами, но также интересные для педагогической практики в области составления интерактивной лекции-это H5P и AhaSlides.

H5P, как и LearningApps, имеет множество типов игровых модулей (на данный момент насчитывается 41), которые поделены на 4 группы: игры, мультимедиа, вопросы и социальные медиа. Для начинающих пользователей на данном сайте собраны руководства по созданию и загрузке интерактивного контента. Сам сайт, а также данные руководства представлены полностью на английском языке, но пользователь имеет возможность настроить автоматический перевод в своем браузере (например, в Google Chrome). Однако даже без автоперевода и знания английского языка работа с этим ресурсом не доставит особых трудностей, так как H5P имеет интуитивно понятный интерфейс [39].

Вышеперечисленные ресурсы возможно использовать как самостоятельные средства обучения, но для получения более широких возможностей при реализации педагогических задач, их возможно использовать в комплексе.

Ресурс под названием AhaSlides- это средство, позволяющее создавать интерактивные опросы, живые графики, облака слов а также викторины.

Данное средство обучения интересно тем, что позволяет импортировать уже составленные презентации с компьютера пользователя, и уже в них добавлять элементы, предлагаемые программой [40].

Презентации, созданные с помощью такого ресурса, позволяют захватить внимание аудитории посредством синхронизации смартфонов участников, компьютерного устройства докладчика и проектора. Например, викторина с выбором победителя позволяет создать конкуренцию и повышение интереса среди обучающихся, а в создании облака слов принимают участие все обучающиеся, и результат отображается на слайде презентации, что ускоряет процесс сбора их идей.

2.2.1 LearningApps

Для начала работы на этом сайте пользователю необходимо зарегистрироваться (Рис. 2). Во время регистрации нужно ввести в поле свой логин, адрес электронной почты, на которую будут приходить уведомления, пароль, код безопасности, а так же отметить галочкой пункт о принятии условий использования (оставшиеся два пункта – опционально). После успешного создания профиля можно переходить к разработке приложения, нажав на «Новое упражнение».

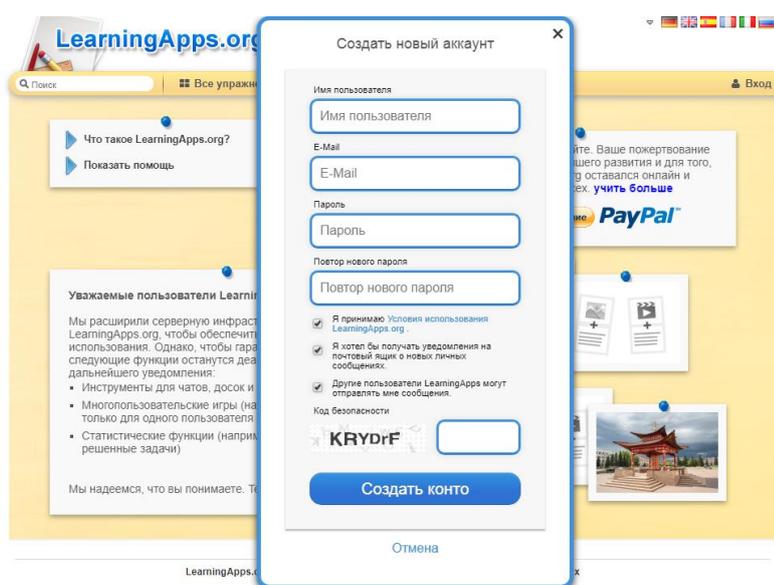


Рисунок 2. Регистрация на сайте LearningApps

Для интерактивной лекции по теме «Энергетические обмен в клетке» мы решили создать упражнение на закрепление знаний по митохондриальному окислению вида «интерактивное видео». Интерактивное видео – это тип контента, который включает в себя видеотривок со встроенными в его ход заданиями, подсказками или заметками. Для создания этого задания выбираем из списка упражнений соответствующий макет и переходим к редактированию приложения.

Для создания интерактивного видео нужно выбрать тип контента «аудио-видео контент». В поле «Постановка задачи» вписываем текст, который будет появляться прежде чем запустится видео. Далее вставляем подготовленный заранее видео-отрывок либо URL видео с платформы YouTube. Важно помнить, что загружаемый отрывок в размере не должен превышать 16 Мбайт, чтобы избежать сбоя при работе с сайтом.

Затем нужно установить время, в которое должен отобразиться тестовый вопрос, в окне «время начала показа». Далее в окно «вставка» добавляем тестовые задания, которые должны отобразиться во время просмотра видео. Далее нужно нажать кнопку «установить и показать в предварительном просмотре». Это упражнение будет сохранено в папке «мои упражнения».

Для того, чтобы создать упражнение «хронологическая линейка», мы выбираем соответствующий тип упражнения, далее выбираем пример, по которому мы будем составлять упражнение. Затем нажимаем кнопку «создать новое упражнение».

В поле «Постановка задачи» вписываем текст задания (рис. 3). Устанавливаем количество цифр, которые будут находиться на ленте цифрами-в нашем случае это: минимум 1-максимум 5. Затем, в графе «пары» мы должны указать, на каком месте должен стоять каждый элемент задания. К примеру, на 1 месте в хронологической линейке должен быть расположен процесс разложения органических веществ пищи до их мономеров-значит мы

должны в графе «элемент» указать: разложение органических веществ пищи до их мономеров, а в графе оценка указать цифру «1». По такому же принципу вводим остальные данные. В конце нажимаем кнопку «сохранить и показать в предварительном просмотре».

Постановка задачи

Введите задание для этого упражнения. Оно будет появляться при запуске. Если Вам не нужно это, оставьте поле пустым.

Расставьте по порядку основные этапы энергетического обмена.

Лента с цифрами

Задайте на этой прямой минимум и максимум. Полные цифры.

Минимум :

1

Максимум :

5

Пары

Задайте здесь текст или выберите видео, картинку или аудио. Дайте каждому элементу объяснение или выберите изображение, аудио или видео. Затем введите соответствующее значение (с плавающей) номер строки. Вы также можете задать информацию, например, 1914-1918 .

Элемент:



Распад органических веществ до их мономеров

Указание:

1

Оценка :

1

Элемент:



гликолиз-реакция окисления глюкозы

Указание:

2

Оценка :

2

Рисунок 3. Создание задания «Хронологическая линейка»

Еще одно упражнение на закрепление полученных знаний-упражнение по типу игры «виселица». Для того, чтобы создать данное упражнение, выбираем соответствующий шаблон из списка упражнений, далее «создать новое упражнение». В окне «постановка задачи» аналогично предыдущим заданиям, нужно вписать текст задания, который отобразится при загрузке упражнения (рис. 4). Затем, в окне «указание» вписываем вопрос (в нашем случае вопрос: «синонимом АТФ является...»), а в окно «Searchword 1» вводим ответ (в нашем случае ответ: «энергия»). Далее нажимаем «добавить следующий элемент» и по такому же принципу составляем остальные вопросы. Аналогично другим упражнениям, нажимаем кнопку «сохранить и показать в предварительном просмотре».

Постановка задачи

Введите задание для этого упражнения. Оно будет появляться при запуске. Если Вам не нужно это, оставьте поле пустым.

Составь слово-ответ на вопрос из предложенных букв

Which keyboard should be used?

RU ▾

Searchword and hints

Указание :   какое вещество при своем окислении образует Ацетил-коэнзим А? ▾

Searchword 1:

Указание :   как называется процесс разложения глюкозы? ▾

Searchword 2:

Указание :   синоним АТФ-это... ▾

Searchword 3:

[+ Добавить следующий элемент](#)

Рисунок 4. Создание задания по типу «Виселица»

Последним упражнением в нашей лекции является тренажер-кроссворд для проверки усвоенных знаний. Для его составления выбираем упражнение «кроссворд» из списка упражнений, затем выбираем пример, по которому мы хотим составить наш кроссворд, и нажимаем на кнопку «составить новое упражнение». В модуль «постановка задачи» вписываем текст задания, которое высветится при загрузке упражнения, и при желании можно выбрать фоновое изображение для кроссворда. Для составления вопроса, графе «вопрос» выбираем «текст», и вводим текст вопроса (например, «в каком органоиде клетки происходит процесс разложения глюкозы?»), а в графе «ответ вводим слово-ответ на вопрос (в нашем случае-это «цитоплазма»). Аналогично добавляем следующие элементы кроссворда, и по окончании нажимаем кнопку «сохранить и показать в предварительном просмотре».

2.2.2. EducaPlay

Еще одним ресурсом для создания интерактивных тренажеров является EducaPlay – сайт для создания тренажеров в виде игр. Зарегистрироваться на сайте можно, щелкнув курсором надпись «Create a free account» (Создать бесплатный аккаунт) на главной странице и заполнив поля с именем, фамилией, адресом электронной почты, паролем, страной проживания и датой рождения. Для того чтобы начать создание приложения, необходимо в профиле пользователя найти вкладку «New activity» (Новая активность). Перейдя к разработке приложения, в разделе «Type of activity» (Типы активности) необходимо выбрать тип упражнения (в нашем случае – Matching columns game), выбрать язык (English), и ввести в поле заголовок и описание приложения (Рисунок 5). Для лекции «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ» мы решили выполнить задание в виде упражнения на соотнесение этапов энергетического обмена и происходящих процессов энергетического обмена. После выбора упражнения можно перейти по кнопке Next к настройке приложения.

Новая активность

Тип активности

язык: английский

заглавие: игра на соотнесение

Описание: соотнесите этапы энергетического обмена и происходящие процессы

следующий

Рисунок 5. Настройки базовых параметров приложения

В разделе «General data» (Общие настройки) по кнопке Edit (Редактировать) выставляется наличие или отсутствие временного лимита и количество допустимых попыток. Далее в разделе «Matches» (Матчи) добавляются пары, которые обучающемуся нужно будет верно составить в

ходе игры. Чтобы добавить пару необходимо нажать на кнопку «Add» (Еще) и выбрать тип добавляемого контента (текст, изображение, аудиофайл) сначала для одного элемента пары, а затем, после нажатия на кнопку Next (Далее), и для другого элемента (Рис. 6). В нашем случае, парой к подготовительному этапу энергетического обмена будет расщепление органических веществ пищи до их мономеров. Аналогично добавляем другие пары. После настройки пар обязательным пунктом является добавление тегов для приложения в разделе «Labels» (Слова)—для установки приложения их должно быть как минимум три.

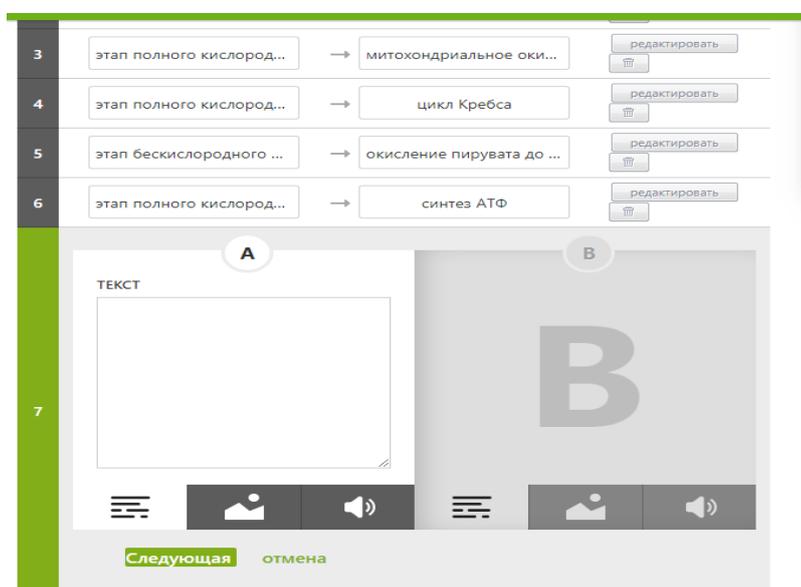


Рисунок 6. Разработка упражнения по типу «Составьте соответствия»

Чтобы проверить правильность работы приложения, нужно нажать на Preview (Предварительный просмотр) на правой панели, а чтобы установить приложение и закончить его настройку – Publish activity (Опубликовать активность). После установки приложение необходимо получить ссылку для встраивания, перейдя к просмотру данного приложения в вашем профиле и зайдя во вкладку «Share» (Поделиться) (Рис. 7).

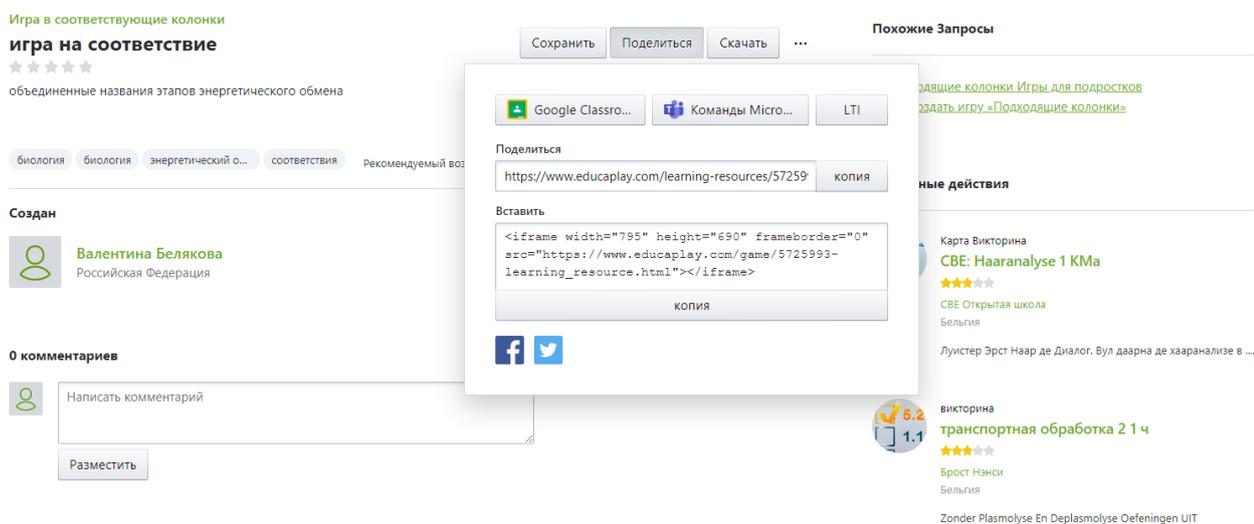


Рис. 7. Получение ссылки на приложение в EducaPlay

2.2.3 Сборка лекции с помощью платформы Slides

Для начала работы, как и на всех предыдущих ресурсах, требуется регистрация пользователя. Для этого нужно перейти по кнопке «Sign up» (Регистрация) и либо заполнить форму, либо авторизоваться через Google или Facebook, а затем поставить галочки напротив вопросов о защите персональных данных и почтовой рассылке.

После регистрации вас направят в ваш профиль. Для создания новой презентации нужно нажать на «New deck» (Новая колода) в верхнем правом углу экрана. Слева располагается панель действий: предварительный просмотр, отмена действия, сохранение, презентация, приватность, настройки, стиль, просмотр слайдов, история действий, импорт и экспорт контента, медиа и кнопка «поделиться». Правее находится панель инструментов – текст, изображение, видео, форма, линия, фрагмент iframe, таблица, код и математическая формула. В центре расположено рабочее поле слайда. Правее от поля располагаются настройки слайда. Для начала в настройках слайда (Settings) нужно дать название презентации и ее адрес. Это необходимо для того, чтобы пользователь, даже не имея доступа к прямой ссылке на лекцию, смог ввести ее адрес в строку браузера. [35]

В настройках стиля презентации (Style) необходимо выставить параметры цветовой гаммы, шрифта и анимации перелистывания слайдов. Параметры заднего фона каждого отдельного слайда можно менять через правую панель в настройках «Slide background» (Слайд фон). После настройки слайдов можно переходить непосредственно к наполнению презентации. Текстовая информация (заголовки, основной текст) добавляется через левую панель –Text (Текст). В поле ввода текста можно менять размер, формат, цвет и расположения текста. С помощью инструмента Shape (Форма) добавляются различные фигуры и рамки.

В нашей лекции присутствует несколько интерактивных элементов, позволяющих внести игровой компонент, а также облегчить усвоение учебной информации. Это такие эффекты, как: всплывающий текст при наведении курсора на изображение либо на текст, а также нелинейная навигация по презентации.

На большинстве слайдов интерактивной лекции присутствует изображение-маркер, которое является источником дополнительной информации, а также навигатором по слайду. Чтобы добавить такое изображение на слайд, можно загрузить данное изображение на компьютер либо скопировать URL-адрес изображения. Далее, нажав на инструмент Image, нужно добавить загруженное на компьютер изображение, либо вставить в окно «Insert from URL» (Вставить из URL) скопированный URL-адрес изображения. Для того, чтоб добавить такой интерактивный эффект как всплывающий текст при наведении курсора на изображение, нужно добавить на слайд текст, который должен всплывать, затем выделить данный текст. После выделения текста на панели управления нужно выбрать инструмент «Animation» (Анимация), далее нажать на средство «Hover» (Зависать) и выбрать целью наведения изображение посредством инструмента «Hovertarget» (Цель) (рис.8).

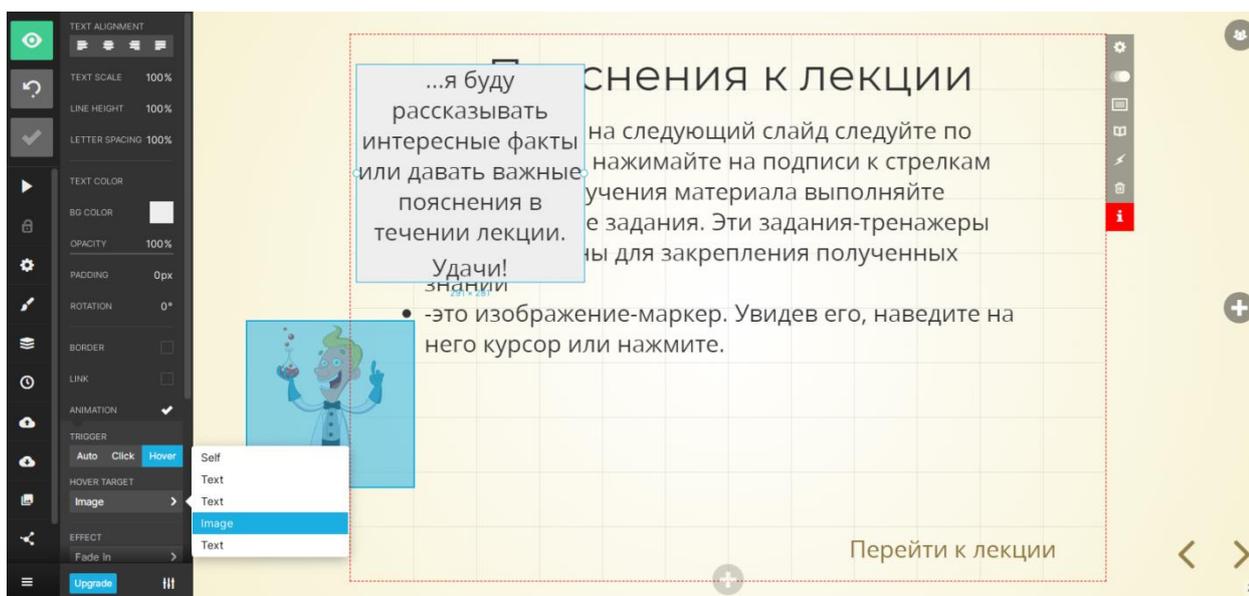


Рисунок 8. Добавление интерактивного элемента-всплывающего текста при наведении курсора на изображение

Следующий интерактивный эффект-всплывание текста при наведении курсора на заданный текст. Такой эффект позволяет разместить большое количество текста на одном слайде, а также сохранить эффект наглядности, что необходимо при изучении схемы дыхательной цепи митохондрий. Для того чтобы установить его, мы добавляем на слайд текст-характеристику комплекса митохондриального окисления, добавляем название этого комплекса, затем выделяем с помощью клавиши Shift и левой кнопки мыши все элементы характеристики и обращаемся к левой панели инструментов. После выделения элементов на панели появятся различные параметры, в том числе и анимация (Animation). Далее под параметром Trigger (Триггер) выставляем Hover – Hovertarget и находим название комплекса, добавленного нами ранее. Теперь во время презентации этого слайда характеристики не видно, однако она появляется поверх текста при наведении курсора на заданный текст (рис .9).

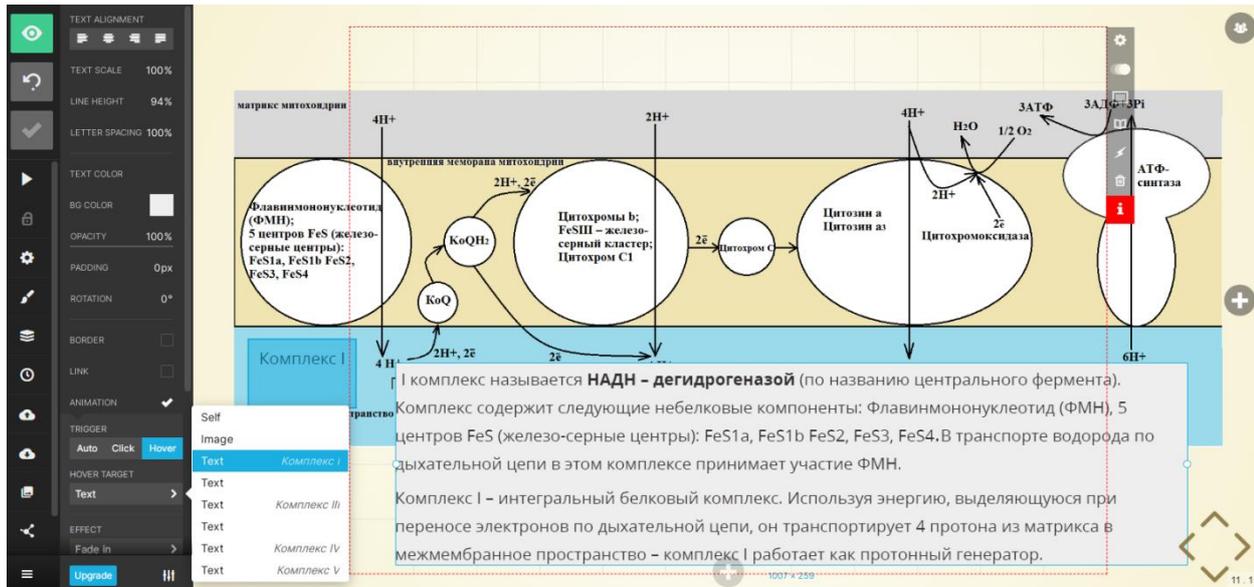


Рисунок 9. Добавление интерактивного элемента-всплывающей характеристики комплекса митохондриального окисления при наведении курсора текст-название комплекса

Следующим интерактивным элементом презентации является переход на слайд посредством нажатия на текст. Такой эффект облегчает навигацию по презентации и позволяет быстро перейти к нужному пункту лекции. Для того, чтобы добавить такой эффект, необходимо добавить текст на слайд презентации, затем выделить его, и на панели инструментов выбрать инструмент «Link» (ссылка), далее выбрать инструмент «Target» (Цель) и из списка слайдов выбрать нужный (рис. 10).

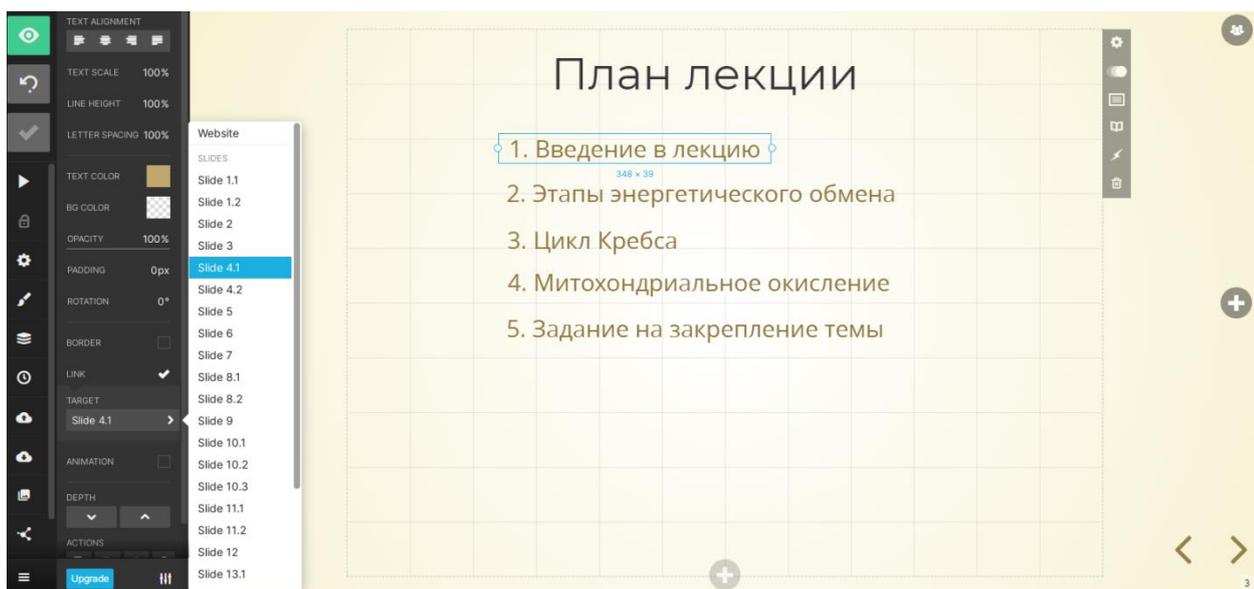


Рисунок 10. Добавление эффекта-перехода к нужному слайду путем нажатия на текст

Следующий этап сборки интерактивной лекции – встраивание интерактивных приложений. Здесь составителю доступно две опции:

1) через левую панель и инструмент Iframe (есть возможность менять размер приложения);

2) через правую панель Slide background (Слайд фон) – Iframe (приложение будет «растянуто» на весь фон слайда).

Наиболее оптимально использование первой опции, так как в данном случае имеется возможность менять размер и положение встраиваемого приложения. Для этого необходимо нажать на инструмент Iframe и в поле Iframe source вставить URL или iframe упражнения-тренажера, составленного нами ранее на соответствующем ресурсе (рис. 11).

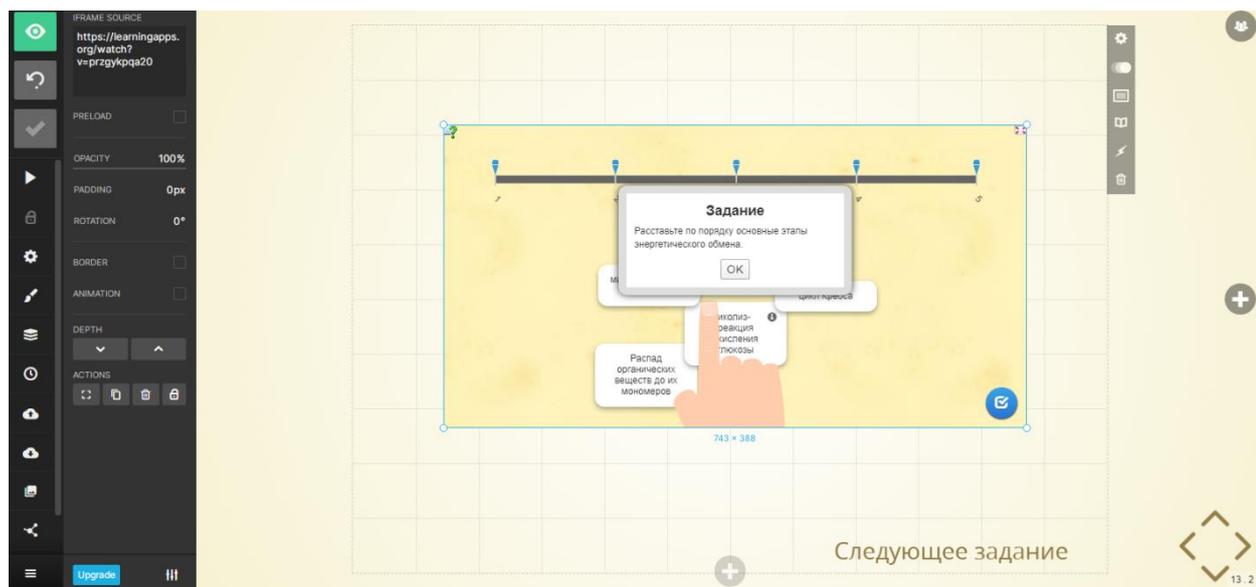


Рисунок 11. Вставка в презентацию задания-тренажера

Во время сборки лекции составителю нужно учитывать, что персональные компьютерные устройства учащихся могут иметь разные конфигурации экрана. Это означает, что обучающийся может не увидеть некоторые элементы лекции, расположенные на полях, если экран его устройства меньше экрана устройства, на котором педагог создавал эту лекцию. К примеру, если педагог работает за ноутбуком, имеющим прямоугольный широкоформатный экран, а у учащегося компьютер с

квадратным экраном, педагог должен учитывать это и сознательно уменьшать свое рабочее поле.

По окончании разработки лекции педагог может получить ссылку на нее в своем профиле, нажав на инструмент Share (Поделиться). При получении ссылки лучше отметить галочкой пункт Fullscreen (Полноэкранный), так как это позволит при переходе по получившейся ссылке открыть лекцию сразу в полноэкранный режим. Далее составителю остается только отправить ссылку обучающимся (чаще – по электронной почте) вместе с инструкциями и дополнительным заданием, если его требуется выполнять по ходу изучения лекции.

Глава 3. Апробация интерактивной лекции «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ».

3.1. Результаты апробации интерактивной лекции среди обучающихся 10 классов МБОУ СОШ №92

Для выявления функциональности и образовательного эффекта, разработанная нами лекция была представлена ученикам десятых классов, выбравших биологию как профильный предмет. Как отмечалось выше, десятиклассники уже изучили энергетический обмен в клетке, была проведена тестовая проверка усвоения материала (Приложение Б). Тест включал 16 вопросов, в том числе 14 тестовых заданий (14 вопросов ценностью в 1 балл и 1 вопрос ценностью в 2 балла) и 1 задание по типу «заполнить пропуски в тексте» ценностью в 3 балла. Таким образом, максимально возможное количество баллов составляло –19 баллов. Использовались традиционные критерии оценки: отлично – 85% правильных ответов (16-19 баллов), хорошо – (14-15 баллов), удовлетворительно (12-13 баллов). В тестировании приняли участие десять обучающихся. Средний балл в группе составил $13,60 \pm 1,43$, средняя оценка $3,60 \pm 0,22$. Здесь и далее данные представлены в виде среднего арифметического и статистической ошибки.

После работы с интерактивной лекцией и повторного тестирования 80% обучающихся повысили свои результаты. После работы с тренажерами двое из десяти обучающихся повысили оценку от «4» до «5» баллов, пять школьников (50% тестируемых) повысили оценку с «3» до «4» баллов, у двоих обучающихся оценка не изменилась и осталась на уровне «4» балла (Приложение Г). В итоге после работы с интерактивной лекцией средний балл обучаемых составил $15 \pm 1,05$, средняя оценка - $4,3 \pm 0,15$. Статистическую значимость различий в набранных учениками баллах при тестировании до и после лекции оценивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона в компьютерной программе «Статистика 6».

Обнаруженные различия были статистически значимы, таким образом, работа обучающихся с разработанной нами лекцией повысила усвоение знаний темы «энергетический обмен клетки», причем на углубленном уровне изучения

После организации работы с интерактивной лекцией также проводилось анкетирование: обучающимся нужно было выразить свое мнение о качестве лекций и уровне комфортности работы с ними (Приложение В). Анализ анкет показал положительное отношение обучающихся к использованию интерактивных лекций в обучении биологии. Респонденты отмечали такие особенности, благоприятно влияющие на мотивацию к обучению и усвоение знаний, как содержательность лекции, удобная навигация, приятная цветовая гамма, моментальное получение результатов тестирования при работе с интерактивными тренажерами, а также их разнообразие. Оценка респондентов при работе с интерактивными тренажерами показала, что больше всего обучающимся понравилось работать с тренажерами типа «хронологическая линейка» и «интерактивное видео». Однако они так же отмечали и трудности в работе с лекциями: обилие элементов нелинейной навигации (стрелок и кнопок); непривычность формата интерактивной лекции в учебной деятельности обучающихся. Субъективная оценка 10 респондентов при работе с интерактивными тренажерами показала, что наибольшие трудности обучающиеся испытывали с тренажерами типа «вставить пропущенное слово».

На основе анализа результатов тестирования и анкетирования можно сделать вывод, что использование интерактивной лекции целесообразно для углубленного изучения физиологии клетки, так как уровень знаний по теме «Энергетический обмен в клетке» повысился после изучения темы в виде интерактивной презентации.

3.2 Общедидактические рекомендации к составлению интерактивной лекции

Прежде чем приступить непосредственно к созданию интерактивной лекции, составителю необходимо выделить особенности этого средства обучения. Нами выделены следующие особенности интерактивных лекций:

1) наличие учебной информации в любом виде (текст, аудиофайл, видеофрагмент, иллюстрации);

2) наличие упражнений для самоконтроля в виде различных типов тренажеров («заполнить пропуски», «классификация», тест с выбором правильного ответа и т.д.);

3) незавершенность (интерактивные лекции больше выполняют функции самообучающего и тренировочного материала, поэтому педагогу необходимо дополнять их практическими заданиями или тестами для проверки результатов обучения).

Так как интерактивная лекция—это приближенный эквивалент традиционного урока, то ее структура и этапы разработки будут схожи с подготовкой к уроку по той же теме.

Нами выделены следующие этапы разработки интерактивной лекции:

1) определение места лекции в рабочей программе и ее целей;

2) определение учебных задач и результатов обучения;

3) разработка конспекта лекции;

4) выявление элементов содержания лекции, которые будут представлены обучающимся в виде интерактивного контента;

5) создание интерактивного контента с помощью соответствующих ресурсов.

Прежде чем перейти к содержанию лекции, педагогу необходимо определить ее место в рабочей программе, а именно: какие понятия она раскрывает, какие связи она имеет с другими темами или предметными областями, а также в чем состоит ее цель. Учебные задачи будут определяться содержанием лекции и видами деятельности, предусмотренные

для обучающихся. После обозначения целей и задач лекции необходимо перейти к результатам обучения. Исходя из того, что при самостоятельном изучении темы самоконтроль обучающегося является центральным звеном, педагогу следует сфокусироваться на формировании личностных и регулятивных универсальных учебных действий.

После определения места, цели и учебных задач лекции для обучающегося, следует составление ее краткого конспекта. Данный этап позволяет структурировать содержание и упростить дальнейшую работу на этапе сборки лекции. В конспекте кратко излагается тот материал, который будет представлен обучающимся через интерактивную лекцию. При его разработке педагогу стоит уделить особое внимание структуре будущей лекции и системе понятий, которые она будет раскрывать. Каждый элемент содержания может быть раскрыт в разном виде. К примеру: процесс – в виде схемы или иллюстрирующего видео-фрагмента; объект – в виде изображения. Для разработки конспекта педагог может использовать как учебную литературу, так и Интернет-ресурсы или авторские ресурсы для наиболее полного раскрытия материала.

Следующий этап- это выявление элементов лекции, которые можно и имеет смысл представлять в виде интерактивного контента, а также определение того, какую дидактическую нагрузку они могут нести в лекции. Этот этап является одним из важнейших при разработке интерактивной лекции, так как чрезмерное стремление заполнить лекцию большим количеством интерактивного контента может перегрузить ее, и в результате рассредоточить внимание обучающегося. Интерактивный контент нужен не только в роли поддержки мотивации обучения, но и как организация закрепления и контроля знаний.

На данном этапе педагогу необходимо четко осознать то, какой материал он хочет представить в виде интерактивного контента, и с помощью какого средства он будет представлен, а также для чего он нужен именно в этом виде.

ВЫВОДЫ

- 1) Особенности интерактивной лекции, такие как высокий уровень наглядности, дружелюбный интерфейс, ссылки на актуальные видеотрегменты, наличие тренажеров и возможность оценить усвоение знаний на каждом этапе изучения темы, позволяют преодолеть абстрактность материала по биологии клетки, облегчают восприятие биохимических механизмов внутриклеточных процессов, мотивируют обучающихся к углубленному изучению этого раздела курса;
- 2) При разработке интерактивной лекции по теме «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ» учтены имеющиеся недостатки в изложении материала в разных линиях школьных учебников (неточная или устаревшая информация, утратившая статус научной, недостаточная связь с предшествующими разделами биологии). Для сборки материалов в лекции использована программа Slides. Интерактивные задания-тренажеры составлены с помощью программ создания интерактивных обучающих модулей LearningApps и EducaPlay;
- 3) Лекция апробирована на занятиях по подготовке к ЕГЭ и олимпиадам обучающихся десятых классов МБОУ СОШ №92, выбравших изучение биологии на профильном уровне. После знакомства с лекцией обнаружен статистически значимый прирост уровня усвоения знаний по теме «Энергетический обмен клетки».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерсен Б.Б., Ван ден Бринк К. Мультимедиа в образовании; авторизованный пер. с англ. - М.: Дрофа, 2007. 224 с.
2. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: Медицина, 1998. 704 с.
3. Биологическое окисление органических веществ в клетках животных [Электронный ресурс] // Srcaltufevo.ru. URL: <https://srcaltufevo.ru/biologicheskoe-okislenie-organicheskikh-veshchestv-v-organizmah.html> (дата обращения: 22.10.2019).
4. Верзилин, Н.М. Общая методика преподавания биологии: учеб. для студ. биол. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1972. 368 с.
5. Высоцкая Л. В., Дымшиц Г. М., Рувинский А. О. Общая биология. 10–11 классы. Профильный уровень. Учебник для 10–11 кл. общеобр. учеб. заведений. – М.: Просвещение, 2012. Ч.1–303с., Ч.2–282с.
6. Гушин Ю.В. Интерактивные методы обучения в высшей школе // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна» 2012, № 2. С. 1-18.
7. Джаджа В.П. Мультимедийные технологии обучения: Учебное пособие. – Самара: СФ ГБОУ ВПО МГПУ, 2013. – 98 с.
8. Дистанционное образование [Электронный ресурс] // Маркетинг в интернете. Интернет в бизнесе. URL: <http://scherbakov.biz/main/distant/methods.html> (дата обращения: 15.04.2020).
9. Дыхательная цепь [Электронный ресурс] // YouTube. URL: https://youtu.be/rVh3DmFar_s (дата обращения: 23.10.2019).
10. Захаров В.Б. Общая биология. Профильный уровень. Учеб. для 10 класса общеобр. учеб. заведений – 3-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2010. 352 с.
11. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: учебное пособие для высших педагогических учебных заведений – М.: Академия, 2003. 188 с.

12. Интерактивные технологии в обучении. Педагогика нового времени [Электронный ресурс] // Livelib.ru. URL: <https://www.livelib.ru/book/187707/readpart-interaktivnye-tehnologii-vobuchении-pedagogika-novogo-vremeni-olga-rajs/~6> (дата обращения: 11.04.2020).
13. Использование мультимедиа в образовании [Электронный ресурс] //Metod-Copilka. URL: <https://www.metod-kopilka.ru/statya-na-temu-ispolzovanie-multimedia-v-obrazovanii-60335.html> (дата обращения: 15.04.2020).
14. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3 т. Т. 2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. 320 с.
15. Митохондриальное окисление [Электронный ресурс] // Farmf.ru. URL: <https://farmf.ru/lekcii/mitochondrialnoe-okislenie/> (дата обращения: 25.10.2019).
16. Мухина Т. Г. Активные и интерактивные образовательные технологии (формы проведения занятий) в высшей школе: учебное пособие – Н. Новгород: ННГАСУ, 2013. – 97 с.
17. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т. Т. 2: Биоэнергетика и метаболизм; пер. с англ.– 4-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2020. 691 с.
18. Новиков, С. П. Применение новых информационных технологий в образовательном процессе // Педагогика. 2016. № 9, С. 32 - 38.
19. Обзор цитратного цикла [Электронный ресурс] //YouTube. URL: <https://youtu.be/G-LURhjHJD4> (дата обращения: 24.10.2019).
20. Овакимян Ю. О. Моделирование структуры и содержания процесса обучения. — М.: 2009. 123 с.
21. Осин А.В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения: открытые образовательные модульные мультимедиа системы. – М.: "Издательский сервис", 2010. 328 с.
22. Особенности проведения интерактивных лекций [Электронный ресурс] // Rusnauka.URL:http://www.rusnauka.com/5_NMIV_2009/Pedagogica/40826.doc.htm (дата обращения: 18.04.2020).

23. Плаксина И.В. Интерактивные образовательные технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2020. 151 с.
24. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. - М.: Издательский центр "Академия", 2004. 263 с.
25. Применение ИКТ на уроках биологии [Электронный ресурс] //Копилкаurokov.ru. URL: https://kopilkaurokov.ru/biologiya/prochee/primienieniie_ikt_na_urokakh_biologhi (дата обращения: 15. 04.2020).
26. Примеры домашних заданий и проверочных работ для учащихся 10–11 классов СУНЦ МГУ [Электронный ресурс] // СУНЦ МГУ. URL: <https://internat.msu.ru/educational-projects/prover-sebya/primery-domashnih-zadaniy-i-proverochnyh-rabot-dlya-uchashhihsya-sunts-mgu-10-11-klassov/> (дата обращения: 21.10.2020).
27. Рохлов В.С., Петросова Р.А., Мазяркина Т.В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по биологии [Электронный ресурс] // ФИПИ (Федеральный институт педагогических измерений. URL: http://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2019/biologiya_2019.pdf (дата обращения: 20.04.2020).
28. Рувинский А.О., Л.В. Высоцкая, С.М. Глаголев и др. Общая биология: учеб. для 9–10 классов школ с углубленным изучением биологии; под ред. А.О. Рувинского. – М.: Просвещение, 1993. 544 с.
29. Северин Е.С. Биохимия: учебник для вузов.-2-е изд.,испр.-Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 784с.
30. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика. – М.: МГУ, 2010. 368 с.
31. Смолянинова О.Г. Мультимедиа для ученика и учителя // ИНФО. 2002. №2, с. 48-54.

32. Теремов А.В., Петросова Р.А. Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс. Профильный уровень. Учеб. для 10 класса общеобр. учеб. Заведений. – М.: Мнемозина, 2012. 400 с.
33. Терентьев А.А. Биологическое окисление: методическое пособие. – М.: РГМУ, 2006. 73 с.
34. Что такое LearningApps.org [Электронный ресурс] // LearningApps: Главная страница. URL: <https://learningapps.org> (дата обращения: 22.10.2019).
35. Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ//Slides.com [Электронный ресурс] // URL: <https://slides.com/vally32141/9/fullscreen> (дата обращения 15.04.2020).
36. Liang H.-N., Parsons P., Wu H.-C., Sedig K. An exploratory study of interactivity in visualization tools: 'Flow' of interaction" // Journal of Interactive Learning Research. 2010. N 21 (1). P. 5-45.
37. Parsons P., Sedig K. Adjustable properties of visual representations: Improving the quality of human-information interaction // Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2014. N 65 (3). P. 455-482.
38. Free educational games [Электронный ресурс] // EducaPlay. URL: <https://www.educaplay.com> (дата обращения: 23.10.2019).
39. H5P: Алгоритм работы в сервисе [Электронный ресурс] // Центр дополнительного образования Снейл. URL: <https://www.it-pedagog.ru/h5p>. (дата обращения: 2.05.2019).
40. Interactive presentations for your meetings, audiences, quizzes [Электронный ресурс] // Ahaslides. URL: <https://ahaslides.com/> (дата обращения: 18.05.2020).
41. Make better presentations [Электронный ресурс] // Slides: Main page. URL: <https://slides.com> (дата обращения: 21.10.2019).
42. PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся) [Электронный ресурс] //Фиоко. URL: <https://fioco.ru/pisa> (дата обращения: 20.04.2020).

Таблица-расположение интерактивных элементов и тренажеров в лекции по теме «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление и синтез АТФ»

| Содержание лекции | Цель | Интерактивный элемент |
|---|--|--|
| Актуализация знаний Энергетический обмен | Иллюстрирование материала лекции, навигация по слайду | Всплывающий текст при наведении курсора на изображение-маркер |
| Этапы энергетического обмена | Элемент демонстрации характеристики этапа энергетического обмена | Всплывающий текст при наведении курсора на название этапа обмена |
| Цикл Кребса | Закрепление полученной информации | Видео о цикле Кребса |
| Митохондриальное окисление и синтез АТФ | Источник дополнительной информации | Всплывающий текст при наведении курсора на изображение-маркер |
| | Элемент демонстрации характеристики компартментов митохондрии | Всплывающая характеристика органоида при наведении курсора на его название |
| | Источник дополнительной информации, навигация по слайду | Всплывающий текст при наведении курсора на изображение-маркер |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| | <p>Элемент демонстрации характеристики комплексов митохондриального окисления</p> | <p>Всплывающий текст при наведении курсора на название комплекса</p> |
| | <p>Закрепление полученных знаний</p> | <p>Интерактивное видео с тестовыми вопросами на тему «Митохондриальное окисление и синтез АТФ»</p> |
| <p>Закрепление темы</p> | <p>Закрепление полученных знаний, самопроверка</p> | <p>Задание по типу «Хронологическая линейка» на расстановку ключевых моментов энергетического обмена</p> <p>Задание по типу «Виселица» с вопросами по энергетическому обмену веществ</p> <p>Задание-кроссворд по энергетическому обмену</p> |

Тестовые вопросы для оценки знаний по теме «Энергетический обмен в клетке. Митохондриальное окисление, синтез АТФ»

1. Никотинамидадениндинуклеотид (НАД) – это

- а) фермент
- б) кофермент
- в) простетическая группа
- г) макроэргическое соединение

2. В АТФ макроэргическая связь – это связь между

- а) аденином и рибозой
- б) рибозой и фосфатными остатками
- в) фосфатными остатками

3. Укажите – на каких мембранах локализованы ферменты гликолиза

- а) плазматической
- б) митохондриальных
- в) эндоплазматической сети
- г) лизосом

4. Окисляемые соединения вступают в цикл Кребса в виде

- 1) ацетильных остатков
- 2) трикарбоновых кислот
- 3) лимонной кислоты
- 4) пирувата

5. В реакциях митохондриального окислительного катаболизма происходит последовательная передача электронов на

- а) НАДН – дыхательные комплексы ЭТЦ - кислород
- б) НАДФН – дыхательные комплексы ЭТЦ – кислород

- в) НАДН – дыхательные комплексы – НАДФ
- г) НАДН – дыхательные комплексы-ФАДН₂

6. При работе электрон-транспортной цепи рН в пространстве между наружной и внутренней мембранами митохондрии

- а) снижается
- б) повышается
- в) не изменяется
- г) испытывает периодические колебания

7. К окислительному фосфорилированию относится синтез

- а) АТФ в гликолизе
- б) ГТФ в цикле Кребса
- в) АТФ при работе ЭТЦ

8. Энергия электрохимического потенциала протонов Н⁺ в клетках животных не используется

- а) для синтеза АТФ
- б) для продукции тепла
- в) для работы Na,K насоса
- г) для работы переносчика АДФ и АТФ

9. При полном окислении 1 молекулы пирувата синтезируется молекул АТФ

- 1) 36
- 2) 38
- 3) 16
- 4) 15

10. При полном окислении 1 молекулы глюкозы путем окислительного фосфорилирования синтезировано молекул АТФ

- 1) 38
- 2) 36
- 3) 34
- 4) 30

11. ФАДН₂ подает электроны в ЭТЦ на дыхательный комплекс

- 1) первый
- 2) второй
- 3) третий
- 4) четвертый

12. При недостаточности кислорода в начале мышечного сокращения НАДН, образованный в гликолизе,

- 1) подает электроны в электрон-транспортную цепь
- 2) восстанавливает пируват до молочной кислоты
- 3) является депо электронов в клетке
- 4) передает электроны НАДФН

13. Основное депо углеводов для всех клеток организма локализовано в

- 1) мозге
- 2) печени
- 3) мышцах
- 4) миокарде

14. Выберите утверждение, которое нарушает последовательность событий при клеточном дыхании:

- 1) происходит дегидрирование различных субстратов и включение электронов в НАДН и ФАДН₂
- 2) энергия при транспорте электронов по ЭТЦ используется для транспорта протонов в межмембранное пространство
- 3) АТФ–синтаза активизируется и катализирует синтез АТФ
- 4) прохождение протонов через протонный канал АТФ–синтазы вызывает конформационные изменения ее активного центра

15. (2 балла). Выберите верные утверждения, касающиеся цикла лимонной кислоты

- 1) это цепь переноса электронов на атом кислорода с образованием молекул воды и АТФ
- 2) в цикл вступает соединение Ацетил–КоА
- 3) в процессе превращения кислот выделяется углекислый газ
- 4) атомы водорода и электроны переносятся на акцепторы НАД⁺ и ФАД⁺
- 5) акцептором электронов является кислород
- 6) происходит синтез 38 молекул АТФ

16. (3 балла) Заполните пропуски в тексте, выбрав слова из списка, результаты запишите в таблицу

Биологическая роль окисления органических веществ в организме состоит в обеспечении клеток энергией в виде АТФ, и (1). Окисление веществ происходит в несколько этапов: первый этап заключен в распаде органических соединений до их мономеров, второй этап–гликолиз, происходит в (2), и третий этап окисления–(3), протекает в митохондриях и в нем выделяют два подэтапа – цикл Кребса и транспорт электронов по цепи переносчиков внутренней мембраны на кислород. Конечными продуктами окисления глюкозы являются 38АТФ, Н₂О, (4). Этап кислородного окисления является наиболее энергетически выгодным для организма, но в

случае недостатка кислорода в организме именно процесс (5) позволяет организму функционировать непродолжительное время.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

- 1) тепло
- 2) цикл лимонной кислоты
- 3) лизосомах
- 4) синтез глюкозы
- 6) цитоплазме клетки
- 7) клеточное дыхание
- 8) гликолиз
- 9) CO₂ и тепло
- 10) O₂

Анкета

для обучающихся Краевого бюджетного общеобразовательного
учреждения МБОУ СШ№92

«Применение интерактивных лекций в обучении биологии»

Просим вас выразить свое мнение о практической пользе и трудностях использования интерактивных лекций в качестве средств обучения в школьной биологии. Отвечайте на вопросы анкеты наиболее полно. Заранее благодарим за сотрудничество!

1. Был ли материал, отраженный в лекции, новым и интересным для Вас?
2. С заданиями и тренажерами каких типов Вам понравилось/не понравилось работать?
3. Какие сложности Вы испытывали при работе с интерактивной лекцией (навигация по слайдам, содержание, инструкции, тренажеры и т.д.)?

График изменения результатов оценки знаний по теме «Энергетический обмен в клетке»

