

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 методики обучения

Трунов Константин Сергеевич
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Методика использования информационно-коммуникативных
технологий в обучении биологии 10-11 классов**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой: д-р биол. наук, профессор Е.М. Антипова

«__» _____ 2026 г. _____

(дата, подпись)

Руководитель: канд.пед.наук, доцент Е.А. Галкина

«__» _____ 2026 г. _____

(дата, подпись)

Дата защиты: «__» _____ 2026 г.

Обучающийся К. С. Трунов

(дата, подпись)

Оценка _____

(дата, подпись)

Красноярск 2026

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретические основы разработки и использования ИКТ в обучении биологии старшей школы.....	8
1.1. Информационно-коммуникационные технологии в современном биологическом образовании: сущность, классификация и функции	8
1.2. Специфика и психолого-педагогические основы применения ИКТ в обучении биологии	14
1.3. Методические условия и критерии эффективного использования цифровых образовательных ресурсов в обучении биологии	18
Глава 2. Методические аспекты использования ИКТ в обучении биологии в старшей школе.....	23
2.1. Специфика изучения биологии в старшей школе.....	23
2.2. Возможности ИКТ в формировании биологических знаний и навыков..	25
2.3. Виды цифровых ресурсов, применяемых в обучении биологии	27
Глава 3. Исследование практического использования ИКТ-средств в обучении биологии в 10–11 классах	31
3.1. Организация и методика проведения педагогического эксперимента.....	31
3.2. Разработка и применение комплекса электронных образовательных материалов	37
3.3. Анализ и оценка результатов применения цифровых средств обучения.	48
Выводы.....	55
Заключение	58
Библиографический список	59

Введение

В условиях цифровой трансформации образования информационно-коммуникационные технологии перестают рассматриваться как вспомогательное средство обучения, становятся частью целостного цифрового образовательного пространства школы. Такое пространство объединяет цифровой контент, электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, интерактивные сервисы, средства коммуникации и контроля, обеспечивая новые формы взаимодействия между учителем и обучающимися [Постановление Правительства РФ, 2023; Федеральный закон № 273-ФЗ, 2012].

Для преподавания биологии в 10–11 классах значение цифрового образовательного пространства особенно велико. Содержание курса включает молекулярные, клеточные, физиологические, генетические, эволюционные и экологические процессы, многие из которых невозможно непосредственно наблюдать в школьных условиях. Поэтому мультимедийная визуализация, интерактивные модели, виртуальные лаборатории, цифровые тренажеры и электронные образовательные ресурсы позволяют повысить наглядность и сделать изучение сложных биологических явлений более доступным для старшеклассников [Биология. 10 класс, 2023; Биология. 11 класс, 2023; Константинов и др., 2024].

Актуальность темы усиливается современными государственными приоритетами развития естественно-научного образования. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.11.2024 № 3333-р утвержден комплексный план мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года, в котором среди ключевых направлений обозначены модернизация содержания учебных предметов, организация учебно-методического обеспечения, совершенствование преподавания биологии, химии, физики и математики, а также повышение качества подготовки учителей естественно-научных дисциплин [Распоряжение Правительства РФ, 2024].

В этих условиях использование информационно-коммуникативных технологий (далее ИКТ) в обучении биологии выступает не только способом повышения интереса учащихся, но и инструментом достижения предметных и метапредметных результатов. Цифровые средства позволяют организовать работу с учебной информацией, обеспечить оперативную обратную связь, проводить текущий контроль, использовать разноуровневые задания и поддерживать индивидуальные образовательные траектории обучающихся [Якушева, Коротеева, 2022; Шамсетдинова, Леонтьев, 2023].

Актуальность исследования определяется несколькими факторами:

- цифровизация образования требует внедрения ИКТ в преподавание биологии, поскольку государственные стандарты ориентируют школу на формирование цифровой компетентности учащихся;
- сложность и абстрактность биологических процессов в 10–11 классах делает использование визуализации, анимации и моделирования одним из наиболее эффективных способов объяснения учебного материала;
- потребность в обновлении методического инструментария учителя, который должен владеть современными цифровыми средствами и технологиями для эффективной организации занятий;
- соответствие современным требованиям общества, предполагающим высокий уровень биологической грамотности и ИКТ-компетентности выпускника школы.

Противоречие исследования заключается в том, что, с одной стороны, современное биологическое образование требует активного использования ИКТ для повышения наглядности, мотивации, качества и эффективности обучения, а с другой стороны, в школьной практике отсутствуют достаточные методические разработки и условия, обеспечивающие полноценное и педагогически обоснованное внедрение ИКТ в обучение биологии 1011 классов.

Проблема исследования заключается в недостаточной разработанности и методическом обеспечении эффективного использования информационно-

коммуникационных технологий в обучении биологии в 10–11 классах, что приводит к снижению качества усвоения учебного материала и ограничивает возможности развития познавательной активности учащихся.

Цель работы: определение педагогических оснований и методических условий эффективного использования информационно-коммуникативных технологий в обучении биологии учащихся 10–11 классов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать теоретические, психолого-педагогические и нормативно-методические основы применения информационно-коммуникационных технологий в обучении биологии в условиях цифровой трансформации образования.

2. Выявить методические возможности и условия использования цифровых образовательных ресурсов и ИКТ-средств при изучении биологии в 10–11 классах.

3. Разработать, апробировать и оценить эффективность комплекса ИКТ-средств для обучения биологии учащихся 10–11 классов.

Фактическим материалом исследования послужили:

- нормативно-правовые документы, определяющие требования к организации обучения в условиях цифровой трансформации (ФГОС СОО, федеральные законы и иные нормативные документы);
- учебно-методическая литература по биологии для 10–11 классов, содержащая методические подходы к применению цифровых технологий в преподавании;
- педагогический опыт учителей биологии, описанный в исследовательских и методических статьях (примеры использования ИКТ, результаты экспериментов, анализ эффективности);
- материалы практических исследований, включающие данные о цифровом оборудовании, мультимедийных средствах, программах и образовательных платформах.

В соответствии с современными подходами к организации психолого-педагогического исследования, предполагающими отбор методов с учётом цели, задач, объекта и логики опытно-экспериментальной работы [Крулехт, 2026], в исследовании использовались следующие методы:

- теоретические: анализ нормативно-правовых документов, психолого-педагогической, научно-методической и учебно-методической литературы по проблеме цифровой трансформации образования, применения ИКТ и цифровых образовательных ресурсов в обучении биологии; сравнение, обобщение и классификация цифровых средств обучения;

- эмпирические: педагогическое наблюдение за учебной деятельностью обучающихся, анкетирование, педагогический эксперимент, диагностические задания для выявления уровня усвоения учебного материала, анализ продуктов учебной деятельности учащихся при работе с разработанными ИКТ-средствами;

- методы обработки результатов: количественный и качественный анализ данных, сравнение результатов первичной и итоговой диагностики, процентная обработка результатов, табличное и графическое представление полученных данных.

Теоретическая значимость исследования состоит в расширении и уточнении научно-методических представлений о возможностях и закономерностях применения информационно-коммуникационных технологий в преподавании биологии на уровне средней школы. Анализ и сопоставление различных ИКТ-инструментов, цифровых образовательных ресурсов и условий их эффективного использования позволяет углубить понимание того, каким образом современные цифровые средства трансформируют структуру учебного процесса, воздействуют на познавательную активность учащихся и формируют новые модели взаимодействия между учителем и обучающимися.

Практическая ценность работы заключается в создании и обосновании методических подходов к использованию современных информационно-

коммуникационных технологий в обучении биологии, позволяющих повысить эффективность учебного процесса, усилить наглядность сложных биологических явлений, расширить возможности самостоятельной познавательной деятельности учащихся и обеспечить педагогов готовыми рекомендациями и инструментами для внедрения ИКТ в реальную школьную практику.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения (5 страниц), трех глав (47 страниц), выводов (3 страниц), заключения (1 страница), библиографического списка и 5 приложений. Работа содержит 10 таблиц, библиографический список из 56 источников и 5 приложений. Общий объем работы – 108 страниц.

Глава 1. Теоретические основы разработки и использования ИКТ в обучении биологии старшей школы

1.1. Информационно-коммуникационные технологии в современном биологическом образовании: сущность, классификация и функции

Информационно-коммуникационные технологии являются одним из ключевых компонентов современной образовательной среды. В условиях цифровой трансформации они изменяют не только способы представления учебной информации, но и организацию взаимодействия между учителем и обучающимися, формы самостоятельной работы, контроля и обратной связи. Цифровизация образования при этом не сводится к переносу печатных материалов в электронный формат: она предполагает методически обоснованное включение цифрового контента, программных средств и сетевых сервисов в целостный образовательный процесс [ГОСТ Р 52653-2006; Лубков, Гордиенко, Соколова, 2020; Постановление Правительства РФ, 2023; Апатова, 1994; Полат и др., 2008; Носков и др., 2019].

В широком смысле информационно-коммуникационные технологии представляют собой совокупность технических, программных, информационных и методических средств, обеспечивающих создание, хранение, обработку, передачу и представление информации. В образовательной практике к ИКТ относятся компьютерные обучающие программы, электронные учебники, мультимедийные презентации, цифровые коллекции, интерактивные модели, виртуальные лаборатории, тестовые комплексы, образовательные платформы и средства сетевой коммуникации [Роберт и др., 2008; Уваров, Фрумин, 2019]. Их педагогическая ценность определяется не технической сложностью, а тем, насколько конкретный инструмент соответствует цели занятия, содержанию темы и планируемым результатам обучения [Основные направления развития образовательных электронных изданий и ресурсов, 2002].

Для систематизации цифровых средств целесообразно использовать классификацию по форме представления информации и характеру учебной

деятельности. В соответствии с данным подходом выделяются следующие группы ресурсов [Пак, 2012; Якушева, Коротеева, 2022]: [Избасарова, 2010]

- текстовые ресурсы: электронные учебники, энциклопедии, справочные материалы, задачи и тесты;
- визуальные ресурсы: изображения, микрофотографии, схемы, анимации, видеофрагменты и 3D-модели;
- аудио- и видеоресурсы: лекции, объяснительные ролики и записи биологических экспериментов;
- комбинированные ресурсы: мультимедийные учебники, электронные практикумы и интерактивные задания;
- моделирующие ресурсы: виртуальные лаборатории и симуляции, позволяющие изменять параметры объекта и наблюдать результаты.

С методической точки зрения цифровые ресурсы также различаются по степени открытости и назначению. Ресурсы открытого типа позволяют учителю создавать, редактировать и комбинировать содержание, тогда как закрытые системы предлагают готовые учебные материалы. По назначению можно выделить обучающие, тренировочные, контролирующие, коммуникативные и проектно-исследовательские средства. Такое разграничение помогает выбирать цифровой инструмент не формально, а в соответствии с конкретной дидактической задачей.

В обучении биологии ИКТ выполняют взаимосвязанный комплекс функций. Они обеспечивают доступ к информации, расширяют возможности наглядности, позволяют моделировать процессы, поддерживают коммуникацию, контроль и исследовательскую деятельность. Систематизированное представление данных функций приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Функции ИКТ в обучении биологии в старшей школе

Функция ИКТ	Содержание функции	Примеры реализации при обучении биологии в 10–11 классах
Информационная	Обеспечивает доступ к учебной, справочной и научно-популярной информации, позволяет структурировать материал и представлять его в различных формах [Избасарова, 2010; Макарова, 2011]	Работа с электронными учебниками, цифровыми энциклопедиями, образовательными платформами, справочными материалами по генетике, цитологии и экологии
Наглядно-демонстрационная	Расширяет возможности визуализации сложных, микроскопических и динамических биологических процессов [Галкина, 2013]	Демонстрация анимаций митоза и мейоза, 3D-моделей клетки и органоидов, видеоматериалов о фотосинтезе, биосинтезе белка и работе органов
Моделирующая	Позволяет воспроизводить биологические процессы, изменять параметры модели и наблюдать результат, что особенно важно при изучении явлений, недоступных непосредственному наблюдению [Пак, 2012]	Использование виртуальных лабораторий, моделей наследования признаков, симуляций динамики популяций, экологических взаимодействий и физиологических процессов

Функция ИКТ	Содержание функции	Примеры реализации при обучении биологии в 10–11 классах
Коммуникативная	Создает условия для взаимодействия учителя и учащихся в цифровом образовательном пространстве, поддерживает совместную работу и обмен результатами учебной деятельности [Лубков, Гордиенко, Соколова, 2020]	Обсуждение заданий в электронных курсах, совместная работа с документами и презентациями, сетевые проекты, видеоконсультации, образовательные чаты и форумы
Контрольно-оценочная	Обеспечивает оперативную обратную связь, автоматизированную проверку заданий, фиксацию индивидуальных результатов и повышение объективности оценивания [Якушева, Коротеева, 2022]	Онлайн-тесты, интерактивные задания с автоматической проверкой, электронные формы диагностики, цифровые тренажёры для подготовки к контрольным работам и экзаменам
Развивающая	Способствует развитию аналитического мышления, информационной компетентности, навыков поиска, отбора и критической оценки информации [Макарова, 2011]	Анализ биологических данных, работа с графиками и таблицами, подготовка мини-исследований, сравнение цифровых моделей с реальными биологическими объектами

Функция ИКТ	Содержание функции	Примеры реализации при обучении биологии в 10–11 классах
Исследовательская	Создает условия для постановки учебной проблемы, выдвижения гипотез, проведения виртуального эксперимента и интерпретации полученных результатов [Макарова, 2011; Якушева, Коротеева, 2022]	Выполнение виртуальных лабораторных работ по цитологии, генетике, экологии и физиологии, моделирование экспериментов и оформление выводов в цифровой форме
Мотивационная	Повышает познавательный интерес за счет интерактивности, мультимедийности, эмоциональной выразительности и возможности активного участия учащихся в учебном процессе [Галкина, 2013; Татаринцев, 2013]	Использование интерактивных презентаций, образовательных игр, цифровых квестов, визуальных заданий и созданных учащимися мультимедийных продуктов

Информационная функция ИКТ проявляется в предоставлении доступа к учебным, справочным и научно-популярным материалам. Наглядно-демонстрационная функция связана с представлением микроскопических, динамических и недоступных непосредственному наблюдению объектов. Моделирующая и исследовательская функции реализуются при работе с виртуальными экспериментами, моделями наследования признаков, клеточных процессов и экологических взаимодействий. Коммуникативная функция обеспечивает совместную работу и обмен результатами, а контрольно-оценочная — оперативную проверку заданий и получение обратной связи [Макарова, 2011; Галкина, 2013; Якушева, Коротеева, 2022].

Современные цифровые образовательные ресурсы объединяют несколько функций в одном продукте. Электронный курс может включать теоретический материал, изображения, видео, интерактивную модель, практическое задание и тестовый модуль. Благодаря этому учитель получает возможность выстраивать последовательность действий от знакомства с новым содержанием до его применения и контроля. Особую ценность для биологии имеют цифровые коллекции природных объектов, виртуальные микропрепараты, модели клетки и биомолекул, а также практикумы по цитологии, генетике, физиологии и экологии [Биология. 10 класс, 2023; Биология. 11 класс, 2023; Сивоглазов и др., 2020а; Сивоглазов и др., 2020б].

Использование ИКТ расширяет возможности самостоятельной работы обучающихся. Учащиеся могут обращаться к материалу в индивидуальном темпе, повторно просматривать сложные фрагменты, выполнять задания разного уровня и анализировать полученные результаты. При создании собственных презентаций, схем и цифровых проектов школьники учатся отбирать и структурировать информацию, формулировать выводы и представлять результаты учебного исследования [Глазунова, 2012; Гордиенко, Соколова, 2020; Мелентьева, 2018; Пасечник, 1982].

Вместе с тем применение цифровых средств связано с рядом ограничений. К ним относятся недостаточное техническое оснащение, неодинаковый уровень цифровой компетентности участников образовательного процесса, риск информационной перегрузки и формального использования готовых материалов. Полная замена реального эксперимента виртуальной моделью может снижать практико-ориентированную ценность обучения, а чрезмерно алгоритмизированные задания — ограничивать самостоятельный выбор способов решения. Поэтому ИКТ должны рассматриваться как средство достижения образовательных целей, а не как замена педагогического общения, предметной практики и содержательной деятельности учащихся [Лапчик, 2007; Гордиенко, Соколова, Симонова, 2019].

ИКТ в современном биологическом образовании образуют систему взаимодействующих ресурсов, выполняющих информационную, наглядную, моделирующую, исследовательскую, коммуникативную и контрольно-оценочную функции. Результативность их применения зависит от педагогической целесообразности выбора и включения цифровых средств в общую логику обучения.

1.2. Специфика и психолого-педагогические основы применения ИКТ в обучении биологии

Специфика применения ИКТ в обучении биологии определяется особенностями содержания учебного предмета. Курс биологии включает большое количество объектов и процессов, которые невозможно или затруднительно наблюдать непосредственно: строение клетки и биомолекул, работу ферментов, механизмы наследственности, этапы деления клетки, процессы эмбрионального развития, динамику популяций и функционирование экосистем. Традиционные таблицы, рисунки и натуральные объекты не всегда позволяют раскрыть пространственные, временные и причинно-следственные связи между компонентами живых систем. Цифровая визуализация и моделирование компенсируют данные ограничения и делают сложное содержание более доступным [Галкина, 2013; Биология. 10 класс, 2023; Биология. 11 класс, 2023; Беляев и др., 2004].

Наиболее значимым направлением использования ИКТ является сочетание словесного объяснения с изображениями, анимациями, видео и интерактивными схемами. Последовательное отображение этапов митоза и мейоза, биосинтеза белка, фотосинтеза или энергетического обмена помогает учащимся проследить динамику процесса, выделить его основные стадии и установить связи между структурой и функцией. Трёхмерные модели дают возможность рассматривать объект с разных сторон, изменять масштаб и акцентировать внимание на отдельных элементах. При этом визуальный материал должен сопровождаться вопросами, пояснениями и заданиями, направляющими познавательную деятельность обучающихся [Машура, 2018].

Старшеклассники способны работать с абстрактными понятиями, системными связями и сложными моделями, однако необходимость наглядной поддержки сохраняется. Для учащихся 10–11 классов характерно развитие рефлексивного и критического мышления, стремление к самостоятельности и осмыслению практической значимости изучаемого материала. Поэтому цифровые средства наиболее эффективны тогда, когда не только демонстрируют готовую информацию, но и предоставляют возможность сравнивать данные, выдвигать предположения, выбирать параметры модели и аргументировать выводы [Нечаев, Дурнева, 2016; Сивоглазов и др., 2020а; Сивоглазов и др., 2020б; Вербицкий, 2016; Пренски, 2001].

Интерактивные модели и виртуальные лаборатории создают условия для активного исследования. Учащийся может изменять условия эксперимента, наблюдать последствия, повторять действия и сопоставлять результаты. Виртуальная среда особенно полезна при подготовке к реальной лабораторной работе, при отсутствии необходимого оборудования, а также при изучении длительных, опасных или недоступных процессов. В биологии такие ресурсы применяются для исследования микропрепаратов и клеточных структур, моделирования генетических скрещиваний, физиологических процессов и экологических взаимодействий [Пак, 2012; Якушева, Коротеева, 2022].

Работа с виртуальным экспериментом должна сохранять логику научного познания: постановку проблемы, формулирование гипотезы, выбор условий, фиксацию результатов и их интерпретацию. Если цифровая модель используется только как эффектная демонстрация или предлагает учащемуся строго заданную последовательность действий без анализа, её развивающий потенциал снижается. Поэтому учителю важно включать задания на объяснение наблюдаемого явления, сравнение модели с реальным объектом и оценку границ применимости полученных результатов.

Особую ценность в виртуальной образовательной среде приобретают проблемно-ориентированные задания, при выполнении которых обучающийся не воспроизводит готовый алгоритм, а самостоятельно выявляет закономерность, формулирует предположения и проверяет возможные варианты решения. Подобная организация работы позволяет сочетать исследовательскую, диагностическую и педагогическую функции цифровой среды, а также создаёт условия для индивидуализации обучения [Гавриков, Корнилов, 2013].

ИКТ способствуют развитию познавательной активности и учебной мотивации за счёт интерактивности, вариативности заданий и быстрого получения результата. Образовательные игры, цифровые квесты, мультимедийные проекты и геймифицированные формы контроля могут усиливать интерес к предмету. Однако мотивационный эффект должен поддерживаться содержательной деятельностью: решение биологической проблемы, анализ данных и обсуждение выводов имеют большее значение, чем внешняя привлекательность ресурса [Татаринцев, 2013].

Цифровые средства расширяют возможности самостоятельной, групповой и проектной работы. Электронные энциклопедии, базы изображений, научно-популярные материалы и образовательные платформы позволяют организовать поиск информации, подготовку сообщений и мини-исследований. При этом одной из задач учителя становится формирование информационной грамотности: умения определять цель поиска, сопоставлять сведения из разных источников, проверять их достоверность, отличать научные данные от неподтверждённых утверждений и корректно представлять результаты [Маркина и др., 2015; Кругосвет].

Индивидуализация обучения реализуется благодаря возможности изменять темп работы, уровень сложности и объём помощи. Обучающийся может повторно обратиться к объяснению, выполнить тренировочное задание, получить автоматическую обратную связь и перейти к более сложному уровню. Учитель, в свою очередь, может использовать результаты цифровой

диагностики для определения проблемных тем и подбора дополнительных заданий. Такие возможности особенно важны в старшей школе, где различия в уровне предметной подготовки и образовательных планах учащихся становятся более выраженными [Аспицкая, Кирсберг, 2009; Полат, Бухаркина, 2008].

Психолого-педагогическая эффективность ИКТ зависит от организации внимания и объёма предъявляемой информации. Избыточное количество анимации, текста, звуковых эффектов и декоративных элементов может затруднять выделение существенных признаков. Поэтому мультимедийный материал следует структурировать, дозировать и сопровождать ясными учебными задачами. Цифровой ресурс должен помогать учащемуся устанавливать связи и выполнять действия, а не увеличивать информационную нагрузку.

Важным условием остаётся сохранение ведущей роли педагогического взаимодействия. Учитель определяет цель использования цифрового средства, связывает его с содержанием урока, организует обсуждение и помогает интерпретировать результаты. Технология не заменяет объяснение, диалог, совместное рассуждение и воспитательный компонент обучения. Антропоцентрический подход предполагает, что в центре образовательного процесса находится личность ученика, а цифровые инструменты используются для поддержки его познавательной самостоятельности и ответственности [Гордиенко, Соколова, Симонова, 2019].

Виртуальные лаборатории и модели также не должны полностью вытеснять работу с натуральными объектами, наблюдения и реальные эксперименты. Цифровая среда позволяет подготовить учащихся к практическим действиям, безопасно отработать последовательность операций и расширить круг изучаемых явлений, но не формирует в полном объёме навыки обращения с оборудованием и биологическими объектами. Наиболее результативным является сочетание виртуальной и реальной практики с

последующим обсуждением различий между моделью и наблюдаемым явлением.

Следовательно, психолого-педагогический потенциал ИКТ в обучении биологии связан с повышением наглядности, организацией активной исследовательской деятельности, развитием информационной грамотности и индивидуализацией обучения. Реализация этого потенциала требует учёта возрастных особенностей старшеклассников, дозирования мультимедийного материала, сохранения содержательной активности и сочетания цифровых форм с традиционными методами обучения.

1.3. Методические условия и критерии эффективного использования цифровых образовательных ресурсов в обучении биологии

Эффективность применения ИКТ определяется не количеством используемых программ и сервисов, а качеством их методической интеграции в образовательный процесс. Цифровой ресурс должен соответствовать содержанию курса, возрастным особенностям учащихся, материально-техническим возможностям школы и конкретной учебной задаче. Анализ методической литературы позволяет выделить содержательные, организационные, технологические, психолого-педагогические и оценочно-контролирующие условия результативного использования ИКТ [Макарова, 2011; Глазунова, 2012; Крулехт, 2026; Беспалько, 1989; Беспалько, 1995; Оконь, 1990].

1. Содержательные условия. Цифровой материал должен соответствовать образовательной программе, планируемым результатам и современному уровню биологической науки. При выборе ресурса необходимо оценивать научную достоверность терминов, схем, изображений и объяснений, а также наличие ссылок на источники. Важно учитывать, насколько ресурс раскрывает существенные признаки изучаемого объекта и помогает устанавливать причинно-следственные связи. Внешне привлекательный, но содержащий упрощения или неточности материал не

может использоваться без предварительной проверки и методического комментария учителя.

2. Дидактическая целесообразность. Каждое цифровое средство должно иметь определённую функцию в структуре занятия. На этапе мотивации уместны проблемные видеосюжеты и визуальные вопросы; при объяснении — анимации, схемы и модели; при закреплении — интерактивные упражнения; при практической работе — виртуальные лаборатории и цифровые таблицы; при контроле — тестовые и диагностические модули. Использование технологии оправдано в том случае, если она позволяет выполнить учебную задачу точнее, нагляднее или продуктивнее, чем традиционное средство.

3. Организационные условия. ИКТ должны включаться в целостную логику урока и сочетаться с индивидуальной, парной, групповой и фронтальной работой. Учителю необходимо заранее определить продолжительность цифрового этапа, последовательность действий учащихся, форму фиксации результатов и способ их обсуждения. Самостоятельная работа с платформой или моделью должна завершаться проверкой, рефлексией либо формулированием выводов. При организации домашней работы следует предусматривать понятную инструкцию и возможность получить педагогическую обратную связь.

4. Технологические условия. Для устойчивого использования ИКТ необходимы оборудование, доступ к программному обеспечению и сети, а также техническая поддержка. Вместе с тем методика занятия должна учитывать возможные сбои: учителю целесообразно иметь альтернативный вариант демонстрации или задания. При выборе ресурса следует оценивать совместимость с доступными устройствами, понятность интерфейса, скорость загрузки, возможность сохранения результатов и защиту персональных данных. Цифровая среда должна быть доступной для всех участников образовательного процесса [Константинов и др., 2024; Федеральный закон № 149-ФЗ, 2006].

5. Профессиональная готовность учителя. Качество применения ИКТ напрямую связано с цифровой и методической компетентностью педагога. Учителю недостаточно владеть техническими действиями; необходимо уметь оценивать содержание ресурса, прогнозировать затруднения учащихся, разрабатывать задания к цифровой модели и интерпретировать данные автоматизированного контроля. Повышение квалификации должно включать не только освоение сервисов, но и анализ педагогических сценариев их использования [Лапчик, 2007; Макарова, 2011].

6. Психолого-педагогические и санитарно-гигиенические условия. Цифровой материал должен соответствовать уровню подготовки учащихся, обеспечивать понятную навигацию и не создавать избыточной когнитивной нагрузки. Продолжительность работы с экраном и цифровыми устройствами необходимо соотносить с действующими требованиями и чередовать с обсуждением, письменной работой, наблюдением и практическими действиями. Следует предусматривать поддержку учащихся, испытывающих трудности при работе с интерфейсом, и не допускать ситуации, в которой техническая скорость подменяет оценку предметных знаний.

7. Оценочно-контролирующие условия. Цифровые тесты и задания с автоматической проверкой обеспечивают оперативную обратную связь и помогают фиксировать динамику результатов. Однако автоматическая оценка эффективна преимущественно для заданий с однозначным ответом. Объяснение биологических закономерностей, анализ эксперимента и аргументация выводов требуют содержательной оценки учителя. Критерии должны быть заранее понятны учащимся, а полученные данные — использоваться для коррекции обучения, а не только для выставления отметки [Крулехт, 2026].

При отборе конкретного цифрового образовательного ресурса целесообразно последовательно ответить на несколько вопросов: какую учебную проблему он помогает решить; соответствует ли его содержание программе и научным данным; какие действия будет выполнять ученик; каким

образом будут зафиксированы и оценены результаты; возможно ли сочетать цифровую работу с обсуждением, наблюдением или реальным экспериментом. Такой алгоритм снижает риск формального применения технологии и позволяет включать ресурс в методическую систему урока.

Особое значение имеет оценка виртуальных лабораторий и интерактивных моделей. Качественная модель должна позволять изменять существенные параметры, наглядно отображать причинно-следственные связи и предоставлять данные для анализа. Учителю необходимо объяснять, какие свойства реального объекта отражены в модели, а какие упрощены или исключены. Сопоставление виртуального результата с теоретическими положениями и данными реального наблюдения помогает формировать представление о возможностях и ограничениях научного моделирования.

Электронные учебники, образовательные платформы и цифровые коллекции следует оценивать по полноте и структурированности содержания, удобству навигации, качеству визуальных материалов, наличию разноуровневых заданий и средств обратной связи. Желательно, чтобы ресурс позволял не только воспринимать информацию, но и выполнять действия: классифицировать объекты, интерпретировать графики, работать с таблицами, решать биологические задачи, планировать исследование и формулировать выводы.

В методически обоснованном уроке цифровые и традиционные средства дополняют друг друга. Презентация может задать структуру объяснения, модель — раскрыть динамику процесса, натуральный объект — обеспечить непосредственное наблюдение, а обсуждение — помочь сформулировать понятие и оценить полученные результаты. Такое сочетание сохраняет практическую направленность биологического образования и предупреждает превращение урока в пассивный просмотр цифрового контента.

К основным рискам использования ИКТ относятся информационная перегрузка, недостоверность интернет-источников, зависимость результата от технических условий, снижение доли непосредственного общения и

чрезмерная алгоритмизация учебных действий. Их предупреждение связано с предварительным отбором материалов, чётким целеполаганием, ограничением избыточных эффектов, организацией совместного обсуждения и включением заданий открытого типа. Важной составляющей является обучение безопасному и ответственному поведению в цифровой среде.

Эффективное использование ИКТ в обучении биологии обеспечивается совокупностью взаимосвязанных условий: научной достоверностью и содержательной целесообразностью ресурсов, их включением в структуру занятия, технической доступностью, профессиональной готовностью учителя, учётом особенностей учащихся и педагогической интерпретацией результатов цифрового контроля. Соблюдение данных условий позволяет рассматривать ИКТ не как отдельный элемент оформления урока, а как инструмент формирования биологических знаний, исследовательских умений и информационной грамотности старшеклассников.

Глава 2. Методические аспекты использования ИКТ в обучении биологии в старшей школе

2.1. Специфика изучения биологии в старшей школе

Изучение биологии в старшей школе обладает рядом специфических особенностей, связанных как с содержанием предмета, так и с возрастными характеристиками учащихся. Биология 10–11 классов представляет собой систематизированный курс, включающий сложные теоретические разделы (клеточную биологию, генетику, эволюцию, основы экологии, закономерности функционирования живых систем), требует высокого уровня абстрактного мышления и развитых навыков научного анализа. В связи с этим особую актуальность приобретает использование современных педагогических и цифровых технологий, обеспечивающих глубокое понимание материала и формирование познавательной самостоятельности обучающихся [Биология. 10 класс, 2023; Биология. 11 класс, 2023].

Старшеклассники находятся на этапе развития рефлексивного и критического мышления, что позволяет им успешно работать с большим количеством теоретической информации и выполнять задания исследовательского уровня. Однако биология как наука включает множество процессов и структур, невидимых невооружённым глазом и труднодоступных для прямого наблюдения. Это делает обязательным применение расширенной системы наглядности (схем, моделей, фотографий, анимаций, электронных энциклопедий и других визуальных материалов), которые помогают представить сложные биологические объекты в доступной форме [Глазунова, 2012]. Исследователи подчёркивают, что качественные визуальные материалы особенно значимы при изучении клеточного строения, молекулярных процессов и многообразия организмов, поскольку позволяют компенсировать ограничения школьной лаборатории [Пасечник, 2002].

Особой спецификой биологии старшей школы является необходимость постоянной межпредметной интеграции. Учащиеся опираются на знания химии, физики, географии, математики, что делает биологию одной из

наиболее комплексных учебных дисциплин. Например, разделы о химическом составе клетки, типах органических веществ или процессах энергетического обмена требуют понимания фундаментальных химических закономерностей [Константинов и др., 2024]. Это усиливает требования к методическому сопровождению уроков и делает актуальным использование мультимедийных материалов, электронных таблиц, а также систем моделирования, которые обеспечивают более глубокую междисциплинарную связь.

Важным элементом содержания курса является изучение организмов различных царств живой природы. Учащимся необходимо рассматривать большое количество иллюстративного материала: фотографии, изображения, схемы строения органов и систем. Подчёркивается, что особенно ценными являются яркие и разнообразные фотографии природных объектов, позволяющие представить внешнее строение позвоночных животных, особенности строения органов растений и функционирование различных биологических систем [Паршутина, 2019]. В традиционной учебной среде подобная работа нередко ограничена качеством печатных пособий, тогда как использование цифровых ресурсов создаёт возможность увеличения детализации и вариативности визуальной информации.

При изучении биологии в старшей школе значительную роль играет организация самостоятельной познавательной деятельности учащихся, особенно при выполнении домашних и проектных заданий. Цифровые ресурсы позволяют задавать понятную цель работы, предоставлять учащимся доступ к материалам разного уровня сложности, организовывать консультации и фиксировать результаты выполнения заданий. При этом самостоятельная работа требует последующего обсуждения, проверки и педагогической обратной связи.

Существенной характеристикой преподавания биологии в 10–11 классах является высокая степень абстрактности изучаемых процессов. Молекулярная биология, генетика, теория эволюции и общие биологические закономерности требуют от учащихся умения оперировать понятиями, которые невозможно

наблюдать напрямую. В результате возрастает значимость таких видов учебной наглядности, как компьютерное моделирование, интерактивные схемы, виртуальные лаборатории, которые заменяют или дополняют реальные эксперименты, зачастую недоступные по техническим или временным причинам [Глазунова, 2012].

2.2. Возможности ИКТ в формировании биологических знаний и навыков

Использование информационно-коммуникационных технологий в биологическом образовании старшей школы открывает широкие возможности для формирования как теоретических знаний, так и практических умений учащихся. В биологии, как и в других естественно-научных дисциплинах, значительную роль играет наглядность, моделирование процессов и выполнение исследовательских действий, которые с применением цифровых средств становятся более доступными и эффективными. Цифровые образовательные ресурсы и мультимедийные инструменты позволяют объединить различные формы представления информации, обеспечить вариативность учебных задач и повысить степень самостоятельности учащихся [Пасечник, 2002].

Одним из важнейших направлений применения ИКТ выступает визуализация сложных биологических объектов и процессов. Мультимедийные материалы (схемы, динамические модели, интерактивные иллюстрации) помогают школьникам увидеть то, что невозможно наблюдать непосредственно: внутриклеточные структуры, молекулярные взаимодействия, процессы деления клетки, механизмы наследственности. Исследования показывают, что использование таких средств значительно повышает уровень понимания и прочности усвоения материала, так как активизирует визуально-образное мышление обучающихся [Макарова, 2011]. В старших классах, где содержание биологии становится особенно абстрактным и требует перехода на уровень системных связей, мультимедийная наглядность является одним из наиболее мощных дидактических ресурсов.

Не менее значимым направлением применения ИКТ является моделирование биологических процессов. Виртуальные лаборатории, специализированные программы и интерактивные симуляции позволяют учащимся воспроизводить условия экспериментов, проводить анализ данных, формировать гипотезы и проверять их в смоделированных условиях [Глазунова, 2012]. Благодаря этому школьники получают возможность безопасно и многократно повторять исследовательские процедуры, которые ограничены или невозможны в реальной лаборатории: наблюдать мутационные процессы, отслеживать изменение частоты аллелей популяции, моделировать экологические взаимодействия. Подобные инструменты способствуют развитию исследовательских навыков, формируя элементы научного анализа.

Особое место занимают цифровые образовательные ресурсы, обеспечивающие структурированное, адаптированное и интерактивное представление учебной информации. Они включают электронные учебники, справочные материалы, задания для самоконтроля, тестовые модули и поурочные разработки. Их применение помогает решать ключевые задачи обучения биологии:

1. формирование информационной компетентности школьников, в том числе умения искать, перерабатывать и критически оценивать учебную информацию;
2. поддержка самостоятельной познавательной деятельности, особенно при выполнении домашней работы;
3. повышение познавательной активности, благодаря использованию интерактивных и исследовательских форм работы [Татаринцев, 2013].

Цифровые средства становятся эффективными не только в процессе объяснения нового материала, но и на этапе закрепления, контроля и оценки знаний. Автоматизированные системы тестирования, интерактивные задания и электронные тренажёры позволяют оперативно получать обратную связь, увеличивать мотивацию обучающихся и индивидуализировать учебный

процесс. Благодаря сочетанию традиционных и цифровых методик возрастает качество обучения биологии, что показывают результаты педагогических экспериментов, в которых интеграция мультимедийных разработок приводила к росту учебной успеваемости, развитию познавательной активности и интереса к предмету [Биология. 11 класс, 2023].

Существенную роль играет вариативность учебных заданий, основанная на использовании ИКТ. Благодаря электронным ресурсам учитель может подбирать разноуровневые задания, учитывать индивидуальные особенности учащихся, предоставлять расширенные возможности для практических и исследовательских работ. Такая вариативность способствует личностно-ориентированному обучению и построению индивидуальных образовательных траекторий [Высоцкая, 2008; Полат, Бухаркина, 2008; Уваров, Фрумин, 2019].

Применение ИКТ также обеспечивает интеграцию различных видов учебной деятельности: исследовательской, проектной, лабораторной, аналитической. Работа с цифровыми источниками информации (базами данных, научными статьями, интерактивными моделями) развивают навыки, необходимые для дальнейшего профессионального и академического развития учащихся.

Использование проблемно-ориентированных заданий в цифровой среде усиливает исследовательскую направленность обучения. Такие задания требуют от учащихся самостоятельного поиска закономерностей, выдвижения и проверки гипотез, обращения к дополнительным источникам и осмысления полученной обратной связи. Их применение позволяет не только закреплять предметные знания, но и диагностировать особенности учебной деятельности и создавать условия для её индивидуализации [Гавриков, Корнилов, 2013].

2.3. Виды цифровых ресурсов, применяемых в обучении биологии

Современная цифровая образовательная среда предоставляет учителю биологии широкий спектр ресурсов, которые повышают наглядность, обеспечивают доступ к сложным моделям и расширяют возможности

самостоятельной учебной деятельности учащихся. Анализ материалов показывает, что цифровые образовательные ресурсы представляют собой содержательно обособленные информационные объекты, используемые в образовательных целях и представленные в электронной форме [Макарова, 2011]. Они позволяют формировать информационную компетентность школьников, обеспечивать информационную поддержку учителя и повышать познавательную активность учащихся.

Основываясь на структуре цифровых ресурсов, применяемых в школьной биологии, можно выделить несколько ключевых групп, характерных для старшей школы.

С методической точки зрения целесообразно различать цифровые инструменты открытого типа, позволяющие учителю создавать или изменять контент, и закрытые ресурсы, содержащие готовые материалы. Кроме того, в обучении биологии важно выделить обучающие и контролирующие инструменты: первые используются для объяснения, тренировки и моделирования, вторые применяются для диагностики, самопроверки и фиксации образовательных результатов.

1. Цифровые образовательные модули

К числу наиболее распространённых относятся электронные информационные, практические и контрольные модули, используемые при изучении фундаментальных тем биологии. Например, модули по истории развития биологии, методам исследования и клеточной теории, представленные в федеральных цифровых коллекциях, обеспечивают структурированное и последовательное изучение материала, объединяя текст, визуальные схемы, задания и автоматизированные формы контроля [Пасечник, 2002; ФЦИОР; Единая коллекция ЦОР].

Эти модули выполняют следующие функции: информационная (представляют научный материал в адаптированном виде); практическая (содержат задания и упражнения для развития умений применять знания);

контрольная (системы тестирования для оперативной оценки уровня подготовки учащихся).

2. Электронные издания и мультимедийные учебные комплексы

Электронные издания и мультимедийные учебные комплексы по биологии отличаются богатым методическим аппаратом: схемами, рисунками, фотографиями, иллюстрациями живых организмов, интерактивными заданиями и рекомендациями по организации работы с цифровыми моделями. Фотоматериалы и анимации, включенные в такие ресурсы, позволяют учителю демонстрировать разнообразие живых организмов, особенности их строения и процессы, которые невозможно показать в рамках традиционного урока [Биология. 10 класс, 2023; Биология. 11 класс, 2023; Шамсетдинова, Леонтьев, 2023].

Мультимедийные курсы по биологии отличаются богатым методическим аппаратом: схемами, рисунками, фотографиями, иллюстрациями живых организмов, а также примерным поурочным планированием и описанием методик использования компьютерных моделей [Рувинский, 1993]. Фотоматериалы, включенные в такие электронные издания, позволяют учителю демонстрировать учащимся разнообразие живых организмов, особенности их строения и редкие виды, которые невозможно показать в рамках традиционного урока.

3. Виртуальные лаборатории и интерактивные модели позволяют моделировать биологические процессы, недоступные для проведения в школьных условиях: работу клеточных структур, генетические процессы, биохимические реакции. Использование виртуальных моделей способствует развитию познавательной активности, а также компенсирует недостаток оборудования в традиционной лаборатории [Пасечник, 2002].

Наиболее востребованными являются ресурсы: интерактивные энциклопедии; модели клетки, органоидов и биомолекул; симуляции биологических процессов; анимированные схемы и циклы. Их применение обеспечивает глубокое понимание сложных процессов благодаря

возможности многократного повторения, масштабирования изображений, изменения параметров моделей и получения мгновенной обратной связи.

Одним из примеров русскоязычных сервисов виртуальных лабораторных работ является платформа VirtuLab. Она может использоваться при изучении биологии в 10–11 классах для демонстрации виртуальных опытов, наблюдения за моделями биологических объектов и организации самостоятельной работы учащихся. Чтобы работа с сервисом имела исследовательский характер, учителю необходимо заранее сформулировать учебную задачу, подготовить инструкцию или рабочий лист, предусмотреть фиксацию наблюдений и последующее обсуждение полученных результатов.

Глава 3. Исследование практического использования ИКТ-средств в обучении биологии в 10–11 классах

3.1. Организация и методика проведения педагогического эксперимента

Практическая часть исследования была направлена на разработку и апробацию комплекса ИКТ-средств, применяемых при обучении биологии в 10–11 классах. Необходимость проведения педагогического эксперимента обусловлена тем, что содержание курса биологии старшей школы включает значительное количество тем, требующих высокой степени наглядности, моделирования объектов и организации активной познавательной деятельности учащихся. К таким темам относятся химический состав клетки, строение и функции органических веществ, молекулярный уровень организации живого, анатомические особенности человека и вопросы антропогенеза.

В рамках исследования педагогический эксперимент рассматривался как опытно-методическая апробация разработанных учебных материалов и занятий с применением цифровых средств обучения. Практическая работа не ограничивалась созданием отдельных технологических карт. Технологические карты выступали одной из форм фиксации проведённой методической работы, тогда как использование ИКТ-средств осуществлялось систематически: при подготовке учебного содержания, оформлении визуальных материалов, разработке заданий, организации практической деятельности учащихся, контроле знаний и последующем анализе результатов.

В качестве практической основы были использованы технологические карты уроков и интегрированных занятий, предусматривающие применение программ и сервисов Avogadro, Si-Game, VOKA, Яндекс.Формы, Camo и Flyvi. Разработанные материалы охватывают темы «Химический состав клетки», «Углеводы и их функции», «Проверка знаний по разделу "Молекулярный уровень"», «Эволюция человека», а также интегрированный урок по химии и биологии «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм

человека». Полные технологические карты занятий представлены в приложениях.

Особое место в практической части исследования занимал онлайн-редактор Flyvi, который использовался при подготовке материалов ко всем разработанным занятиям. С его помощью создавались и оформлялись презентационные материалы, визуальные схемы, элементы рабочих листов, задания для закрепления и материалы, сопровождающие объяснение нового содержания. В связи с этим Flyvi рассматривался как универсальное средство создания цифрового образовательного контента, обеспечивающее наглядность, структурированность и визуальную целостность учебных материалов.

Цель педагогического эксперимента: проверить методическую целесообразность применения комплекса ИКТ-средств при изучении биологии в 10–11 классах, а также определить возможности их использования для повышения наглядности учебного материала, активизации познавательной деятельности учащихся, организации практической работы и контроля знаний.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи педагогического эксперимента:

1. Разработать и систематизировать учебные занятия по биологии 10–11 классов с использованием различных ИКТ-средств: средств создания цифрового контента, молекулярного моделирования, 3D-визуализации, геймифицированного контроля, онлайн-тестирования и цифровой трансляции демонстрационного эксперимента.

2. Апробировать разработанные материалы в учебной и внеурочной деятельности, определить место ИКТ-средств на разных этапах занятия: мотивации, объяснения нового материала, первичного закрепления, практической работы, контроля и рефлексии.

3. Проанализировать влияние использования ИКТ-средств на учебную деятельность учащихся: уровень вовлечённости, качество выполнения

заданий, способность устанавливать связь между строением биологических объектов и их функциями, а также умение работать с цифровыми моделями и интерактивными заданиями.

4. Определить методические условия эффективного применения ИКТ в обучении биологии старшеклассников и сформулировать рекомендации по использованию разработанных материалов в практике преподавания.

Объектом педагогического эксперимента выступил процесс обучения биологии учащихся 10–11 классов в условиях применения цифровых образовательных средств. Предметом эксперимента стали методические особенности использования ИКТ-средств на уроках биологии, интегрированных занятиях и в рамках практической деятельности естественно-научной направленности.

В ходе практической работы были апробированы разные типы ИКТ-средств, выполняющие различные дидактические функции. Avogadro использовалась как средство молекулярного моделирования при изучении химического состава клетки, углеводов и биологически активных веществ. VOKA применялась как средство 3D-визуализации анатомических объектов при изучении темы «Эволюция человека». Si-Game использовалась для организации обобщения и контроля знаний в игровой форме. Яндекс.Формы применялись для онлайн-проверки знаний, Само – для трансляции демонстрационных химических опытов на экран при проведении интегрированного занятия. Flyvi применялся на всех занятиях как средство разработки и оформления цифрового образовательного контента.

Таблица 2 – Направления практической работы и используемые ИКТ-средства

№	Направление работы	ИКТ-средства	Дидактическое назначение
1	Подготовка материалов	Flyvi	Презентации, схемы, рабочие листы, визуальные задания

№	Направление работы	ИКТ-средства	Дидактическое назначение
2	«Химический состав клетки»	Flyvi, Avogadro	Визуализация и моделирование молекул воды, глюкозы, глицина
3	«Углеводы и их функции»	Flyvi, Avogadro	Классификация углеводов, модели глюкозы и фруктозы
4	«Молекулярный уровень»	Flyvi, Si-Game	Обобщение и контроль знаний в игровой форме
5	«Эволюция человека»	Flyvi, VOKA, Яндекс.Формы	3D-модели, визуальное сопровождение, онлайн-проверка
6	«Кофе и энергетики»	Flyvi, Avogadro, Само	Визуализация, трансляция опытов, модели кофеина и таурина

Педагогический эксперимент включал три последовательных этапа.

Таблица 3 – Этапы педагогического эксперимента

Этап	Содержание работы	Методы и материалы
Подготовительно-констатирующий	Отбор тем, подбор ИКТ-средств, разработка технологических карт, рабочих листов и заданий	Анализ программы, проектирование занятий, подбор цифровых сервисов
Формирующий	Проведение занятий с применением Flyvi, Avogadro, Si-Game, VOKA, Яндекс.Форм, Само	Педагогическое наблюдение, работа учащихся с цифровыми ресурсами, текущий контроль

Этап	Содержание работы	Методы и материалы
Контрольно-обобщающий	Анализ качества выполнения заданий, активности учащихся, результатов тестирования и рефлексии	Анализ продуктов деятельности, устный опрос, онлайн-тестирование, обобщение результатов

На подготовительно-констатирующем этапе были отобраны темы школьного курса биологии, при изучении которых применение ИКТ является наиболее методически оправданным. Особое внимание уделялось темам, требующим визуализации микроскопических, молекулярных, анатомических и эволюционных объектов. Также были определены цифровые средства, соответствующие содержанию уроков, разработаны технологические карты, задания для учащихся, рабочие листы, игровые материалы и формы контроля.

На формирующем этапе проводилась апробация разработанных материалов. Учащиеся выполняли задания с использованием цифровых моделей, работали с таблицами и схемами, создавали молекулярные модели в программе Avogadro, участвовали в интеллектуальной игре Si-Game, анализировали 3D-модели в сервисе VOKA и проходили онлайн-тестирование. Учитель организовывал деятельность учащихся, консультировал их при работе с цифровыми средствами, контролировал выполнение заданий и обеспечивал обсуждение полученных результатов.

На контрольно-обобщающем этапе осуществлялся анализ результатов апробации. Оценивались качество выполнения практических заданий, полнота ответов учащихся, активность в обсуждении, способность формулировать выводы, результаты онлайн-тестирования и рефлексии. Полученные данные использовались для определения методической эффективности применённых ИКТ-средств и выявления условий их результативного использования на уроках биологии.

Для оценки результатов педагогического эксперимента были определены следующие критерии.

Таблица 4 – Критерии оценки результатов педагогического эксперимента

Критерий	Показатели
Познавательный	Усвоение биологических понятий, понимание связи строения и функций объектов, правильность выполнения заданий
Практико-деятельностный	Умение работать с цифровыми ресурсами, строить и анализировать модели, выполнять задания по инструкции
Мотивационный	Интерес к материалу, активность на уроке, готовность участвовать в обсуждении и выполнении заданий
Коммуникативный	Умение работать в паре или команде, аргументировать ответ, участвовать в учебном диалоге
Контрольно-оценочный	Результаты тестирования, качество самооценки, способность выявлять и исправлять ошибки

В качестве методов анализа использовались педагогическое наблюдение, анализ продуктов учебной деятельности учащихся, устный опрос, выполнение практических заданий, игровые формы контроля, онлайн-тестирование и рефлексия. Такой комплекс методов позволил оценить не только уровень усвоения биологического содержания, но и характер учебной активности учащихся при работе с цифровыми средствами.

Педагогический эксперимент был направлен на проверку возможности систематического включения ИКТ-средств в разные формы учебной деятельности: урок изучения нового материала, урок первичного закрепления, интегрированный урок, урок обобщения и контроля знаний, а также подготовку цифровых материалов к занятиям. Разработанные технологические карты отражают наиболее показательные примеры

применения цифровых средств, однако сама практическая работа носила постоянный характер и включала подготовку визуального контента, организацию цифрового сопровождения, проведение практических заданий, контроль знаний и рефлексию. Это позволило рассматривать ИКТ как устойчивый компонент образовательного процесса в условиях цифровой трансформации образования.

3.2. Разработка и применение комплекса электронных образовательных материалов

В рамках практической части исследования был разработан и апробирован комплекс электронных образовательных материалов, направленных на повышение эффективности обучения биологии в 10–11 классах за счёт целесообразного включения ИКТ-средств в различные этапы учебной деятельности. Апробация разработанных материалов проводилась на базе МБОУ СШ № 31 города Красноярска в учебных кабинетах 303 и 208. Разработка и применение материалов осуществлялись с учётом содержания школьного курса биологии, возрастных особенностей старшеклассников, необходимости визуализации сложных биологических объектов и процессов, а также задач формирования цифровой, естественно-научной и исследовательской компетентности обучающихся.

Комплекс не ограничивался отдельными технологическими картами уроков. Технологические карты фиксировали наиболее показательные сценарии применения ИКТ, а систематическая работа включала подготовку презентаций, рабочих листов, таблиц для заполнения, инструкций к практической работе, заданий для закрепления, материалов для геймифицированного контроля, онлайн-тестов и визуального сопровождения объяснения нового материала. Полные версии технологических карт представлены в приложениях.

Основу комплекса составили материалы к пяти учебным занятиям: «Химический состав клетки», «Углеводы и их функции», «Проверка знаний по разделу “Молекулярный уровень”», «Эволюция человека», а также

интегрированному уроку по химии и биологии «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека». В данных разработках использовались различные ИКТ-средства: Flyvi, Avogadro, Si-Game, VOKA, Яндекс.Формы и Само.

Разработанный комплекс электронных образовательных материалов можно представить в виде нескольких групп.

Таблица 5 – Разработанные электронные образовательные материалы и их назначение

Группа материалов	Используемые ИКТ-средства	Назначение и содержание
Визуальные учебные материалы	Flyvi	Презентации, схемы, таблицы, элементы рабочих листов, визуальные задания и материалы для сопровождения объяснения нового содержания
Материалы для молекулярного моделирования	Avogadro	Построение и анализ моделей молекул воды, глюкозы, фруктозы, глицина, кофеина и таурина
Материалы для 3D-визуализации	VOKA	Изучение анатомических структур, связанных с прямохождением, развитием кисти, стопы, таза, позвоночника и головного мозга человека
Материалы для геймифицированного контроля	Si-Game	Организация повторения и проверки знаний по разделу «Молекулярный уровень» в формате интеллектуальной командной игры
Материалы для онлайн-контроля	Яндекс.Формы	Индивидуальное тестирование, фиксация результатов и организация цифровой обратной связи

Группа материалов	Используемые ИКТ-средства	Назначение и содержание
Материалы для демонстрационного эксперимента	Само	Трансляция демонстрационных химических опытов на экран для повышения видимости и наглядности эксперимента

Одним из универсальных средств, использованных при подготовке всех занятий, стал онлайн-редактор Flyvi. Он применялся для оформления презентационных материалов, визуальных схем, рабочих листов, заданий для учащихся и элементов учебной навигации. Использование Flyvi позволило представить учебный материал в более структурированной и наглядной форме, выделить ключевые понятия, оформить таблицы и схемы, необходимые для самостоятельной работы учащихся. В данном случае Flyvi рассматривался не только как средство оформления, но и как инструмент создания цифрового образовательного контента, обеспечивающего визуальную поддержку изучения биологии.

Особое значение в разработанном комплексе занимали материалы для работы в программе Avogadro. Данная программа использовалась как средство молекулярного моделирования на уроках, связанных с изучением химического состава клетки, углеводов и биологически активных веществ. При изучении темы «Химический состав клетки» учащимся предлагалось построить модели молекул воды, глюкозы и аминокислоты глицина, сравнить их элементный состав и сделать вывод о различиях между неорганическими и органическими веществами клетки.

На уроке «Углеводы и их функции» в Avogadro были разработаны задания по созданию моделей глюкозы и фруктозы. Работа с данными моделями позволяла показать, что вещества с одинаковой молекулярной формулой могут иметь различное пространственное строение, а особенности строения молекул связаны с их свойствами и биологическими функциями.

Такой вид деятельности способствовал развитию межпредметных связей биологии и химии, формированию у учащихся представлений о молекулярной основе жизненных процессов.

В интегрированном уроке «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека» программа Avogadro применялась для моделирования молекул кофеина и таурина. Учащиеся создавали модели данных веществ, сравнивали их состав и строение, а затем соотносили химические особенности соединений с их биологическим действием на организм человека. Данный материал позволил показать практическую значимость биологических и химических знаний через знакомые учащимся объекты повседневной жизни.

Для организации контроля и обобщения знаний был разработан цифровой игровой материал в программе Si-Game. Он использовался на уроке проверки знаний по разделу «Молекулярный уровень». Игра включала тематические категории вопросов: «Химический состав клетки», «Вода и минеральные соли», «Углеводы и липиды», «Белки», «Нуклеиновые кислоты», «АТФ и энергия клетки». Вопросы были распределены по уровням сложности и имели различную стоимость в баллах. Такая структура позволяла осуществлять не только контроль знаний, но и их систематизацию, а также развивать навыки командного взаимодействия, аргументации и быстрого принятия решений.

Материалы для работы с сервисом VOKA были разработаны к уроку «Эволюция человека». В ходе занятия учащиеся работали с 3D-моделями анатомических структур, рассматривая череп, позвоночник, таз, кисть и стопу человека. Для сопровождения этой работы был подготовлен рабочий лист, в котором учащиеся фиксировали признаки, связанные с прямохождением, развитием головного мозга и трудовой деятельностью. Использование 3D-моделей позволило повысить наглядность изучения анатомических признаков человека и организовать самостоятельный анализ биологических объектов.

Для проверки знаний по теме «Эволюция человека» была разработана онлайн-форма с тестовыми заданиями. Вопросы были направлены на проверку понимания понятий «антропогенез», «прямохождение», «эволюционные признаки человека», «развитие кисти», «роль речи и трудовой деятельности». Использование Яндекс.Форм позволило организовать индивидуальную проверку знаний, оперативно зафиксировать результаты и включить элемент цифровой обратной связи в структуру урока.

Отдельным элементом комплекса стали материалы для демонстрационного эксперимента на интегрированном уроке по химии и биологии. Для повышения наглядности опытов использовалась программа Camo, позволяющая транслировать изображение с камеры телефона на большой экран. Это дало возможность учащимся подробно наблюдать ход демонстрационных опытов по определению кофеина и сахаров в напитках, фиксировать признаки реакций и делать выводы на основе увиденного.

Важной частью разработанных материалов стали рабочие листы и таблицы для заполнения. Они использовались для организации самостоятельной деятельности учащихся, фиксации наблюдений, сравнения биологических объектов и формулирования выводов. При изучении химического состава клетки учащиеся заполняли таблицу о группах веществ клетки, их химическом составе и функциях. На уроке «Углеводы и их функции» использовалась таблица, отражающая классификацию углеводов, особенности их строения и основные функции. На уроке «Эволюция человека» рабочий лист включал задания по заполнению таблицы этапов антропогенеза и анализу анатомических признаков по 3D-моделям.

Таблица 6 – Связь разработанных материалов с темами занятий

Тема занятия	Разработанные материалы	Методический результат
Химический состав клетки	Презентация, таблица для заполнения, инструкция к работе в Avogadro, задания по	Формирование представлений о составе веществ клетки и связи

Тема занятия	Разработанные материалы	Методический результат
	моделированию молекул воды, глюкозы и глицина	строения молекул с их функциями
Углеводы и их функции	Визуальные схемы, таблица классификации углеводов, задание по моделированию глюкозы и фруктозы в Avogadro	Закрепление знаний о классификации углеводов и развитие умения сравнивать молекулы по составу и строению
Молекулярный уровень	Пакет вопросов для Si-Game, игровое поле, правила игры, критерии оценивания командной работы	Обобщение и контроль знаний в игровой форме, развитие учебного диалога и командного взаимодействия
Эволюция человека	Рабочий лист, задания к 3D-моделям VOCA, онлайн-тест в Яндекс.Формах	Визуализация анатомических признаков человека и проверка усвоения материала через цифровой тест
Кофе и энергетики	Презентационные материалы, таблица наблюдений, задания к демонстрационным опытам, инструкция по моделированию молекул кофеина и таурина	Интеграция биологических, химических и цифровых средств при изучении влияния веществ на организм человека

Разработка электронных материалов осуществлялась с ориентацией на несколько методических требований. Во-первых, каждый цифровой ресурс должен был соответствовать содержанию изучаемой темы и возрастным возможностям учащихся. Во-вторых, используемые материалы должны были

усиливать наглядность и помогать раскрывать те биологические объекты и процессы, которые трудно представить только с помощью текста учебника. В-третьих, задания строились так, чтобы учащиеся не были пассивными наблюдателями, а выполняли конкретные учебные действия: строили модели, заполняли таблицы, анализировали изображения, обсуждали ответы, проходили тестирование и формулировали выводы [Титов, Морозова, 2010].

Комплекс материалов включал не только цифровые продукты, но и методическое сопровождение их использования. К каждому занятию были определены цель, этап урока, форма работы учащихся, оборудование, порядок выполнения заданий и критерии оценивания. Это позволяло включать ИКТ в структуру урока не эпизодически, а как средство организации познавательной деятельности. Например, Avogadro применялась на этапе первичного закрепления материала, Si-Game – на этапе обобщения и контроля знаний, ВОКА – при изучении нового материала и выполнении практического задания, Яндекс.Формы – на этапе проверки знаний, а Flyvi использовался для подготовки визуального контента, сопровождавшего все этапы занятий.

Практическое применение разработанного комплекса осуществлялось в рамках пяти занятий. Цифровые средства включались в этапы мотивации, объяснения нового материала, первичного закрепления, практической работы, контроля и рефлексии. Для каждого занятия определялись тема, используемые ИКТ-средства, основная форма деятельности учащихся и решаемая дидактическая задача; обобщённая характеристика организации занятий представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Организация занятий с использованием разработанных ИКТ-средств

Тема занятия	Клас с	Используемы е ИКТ- средства	Основная форма работы	Дидактическа я задача
«Химический состав клетки»	10	Flyvi, Avogadro	Работа с таблицей,	Формирование представлений о

Тема занятия	Клас с	Используемы е ИКТ- средства	Основная форма работы	Дидактическа я задача
			моделирование молекул	неорганически х и органических веществах клетки
«Углеводы и их функции»	10	Flyvi, Avogadro	Работа со схемой, таблицей, молекулярное моделирование	Раскрытие классификации и функций углеводов через связь строения и функции
«Проверка знаний по разделу “Молекулярны й уровень”»	10	Flyvi, Si-Game	Командная интеллектуальная игра	Обобщение и контроль знаний по разделу
«Эволюция человека»	11	Flyvi, VOKA, Яндекс.Форм ы	Работа с 3D- моделями, онлайн- тестирование	Изучение анатомических признаков человека и цифровая проверка знаний
«Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека»	10-11	Flyvi, Avogadro, Сamo	Интегрированный урок, демонстрационны й опыт, моделирование	Раскрытие связи химического состава веществ с их биологическим действием

На уроке «Химический состав клетки» ИКТ использовались на этапе мотивации, изучения нового материала и первичного закрепления. С помощью

визуальных материалов, подготовленных в редакторе Flyvi, учащимся демонстрировались изображения клетки и молекул веществ, входящих в её состав. Основной цифровой инструмент урока – программа Avogadro – применялся на этапе практической работы. Учащиеся создавали модели молекул воды, глюкозы и аминокислоты глицина, сравнивали их элементный состав и формулировали вывод о различиях между неорганическими и органическими веществами клетки. Такая организация работы позволила связать теоретическое содержание темы с практическим моделированием молекулярных объектов.

На уроке «Углеводы и их функции» цифровые материалы использовались для объяснения классификации углеводов и раскрытия их биологических функций. Визуальные схемы помогали учащимся установить различия между моносахаридами, дисахаридами и полисахаридами. Практическая часть была организована в программе Avogadro: учащиеся строили модели глюкозы и фруктозы, сравнивали их состав и особенности строения. Использование молекулярного моделирования позволило показать, что одинаковая молекулярная формула не означает полного совпадения пространственной структуры вещества, а строение молекул связано с их свойствами и функциями.

Урок проверки знаний по разделу «Молекулярный уровень» был организован в форме интеллектуальной командной игры с использованием программы Si-Game. Класс делился на команды, каждая из которых выбирала категорию и стоимость вопроса. Вопросы охватывали содержание раздела: химический состав клетки, воду и минеральные соли, углеводы и липиды, белки, нуклеиновые кислоты, АТФ и энергетический обмен. Игровая форма позволила организовать повторение материала, проверить уровень усвоения ключевых понятий и повысить вовлечённость учащихся. Учитель выполнял функции ведущего: запускал игру, фиксировал баллы, контролировал соблюдение правил и комментировал сложные вопросы [Томин, 2020].

На уроке «Эволюция человека» использовались сервис VOKA и Яндекс.Формы. Сервис VOKA был включён на этапе изучения нового материала и практической работы. Учащиеся рассматривали 3D-модели анатомических структур человека: череп, позвоночник, таз, кисть и стопу. Работа с моделями была направлена на выявление признаков, связанных с прямохождением, развитием головного мозга и трудовой деятельностью. После выполнения практической части учащиеся проходили онлайн-тестирование в Яндекс.Формах, что позволило организовать оперативную проверку знаний и получить результаты выполнения заданий.

Интегрированный урок «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека» объединял биологический и химический аспекты изучаемой темы. Первая часть урока была посвящена влиянию кофеина, таурина и сахаров на организм человека. Для закрепления терминов использовались филворды. Во второй части урока учитель демонстрировал химические опыты по определению кофеина и сахаров в напитках. Для повышения наглядности применялась программа Camo: изображение с камеры телефона выводилось на экран, что позволяло учащимся наблюдать изменение окраски растворов и другие признаки реакций. В заключительной части занятия учащиеся работали в программе Avogadro, создавая модели молекул кофеина и таурина [Габриелян и др., 2014; Чернобельская, 2000].

В процессе организации занятий применялись разные формы учебной деятельности: фронтальная беседа, индивидуальная работа, работа в парах, групповая работа, командное взаимодействие и самостоятельное выполнение цифровых заданий. Такой подход позволял варьировать виды активности учащихся и включать их в работу с учебной информацией на разных уровнях: восприятие, анализ, моделирование, обсуждение, контроль и рефлексия.

Формы использования ИКТ на разных этапах урока представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Использование ИКТ на разных этапах урока

Этап урока	Формы использования ИКТ
Мотивация и постановка проблемы	Демонстрация изображений, схем, презентационных материалов, постановка проблемных вопросов
Актуализация знаний	Фронтальная беседа с опорой на цифровые материалы, задания на классификацию и соотнесение
Изучение нового материала	Использование презентаций, схем, 3D-моделей, визуальных таблиц
Практическая работа	Молекулярное моделирование в Avogadro, работа с 3D-моделями VOKA
Закрепление	Заполнение рабочих листов, выполнение заданий, обсуждение результатов моделирования
Контроль знаний	Si-Game, Яндекс.Формы, устные ответы, анализ выполненных заданий
Рефлексия	Самооценка, завершение фраз, обсуждение трудностей и результатов

Особое внимание при организации занятий уделялось роли учителя. Учитель не только демонстрировал цифровые материалы, но и управлял учебной деятельностью учащихся: ставил проблему, объяснял алгоритм работы с программами, консультировал при выполнении заданий, организовывал обсуждение результатов, помогал учащимся формулировать выводы. При использовании ИКТ сохранялась ведущая педагогическая роль учителя, поскольку цифровые средства выполняли вспомогательную и методически обоснованную функцию.

Использование ИКТ потребовало соблюдения ряда организационно-технических условий. Для проведения занятий были необходимы компьютер учителя, проектор или интерактивная доска, доступ к интернету, устройства учащихся, заранее подготовленные цифровые материалы, установленные

программы и рабочие инструкции. При работе в Avogadro учащиеся получали алгоритм выполнения задания, при использовании VOKA – рабочий лист для фиксации наблюдений, при работе с Яндекс.Формами – ссылку или QR-код на тест. Это позволяло избежать потери времени на технические затруднения и обеспечить более организованное выполнение заданий.

Занятия с использованием ИКТ были направлены на формирование не только предметных, но и метапредметных результатов. Учащиеся учились анализировать цифровую информацию, сравнивать биологические объекты, работать с моделями, представлять результаты в таблицах, аргументировать ответы, осуществлять самоконтроль и взаимодействовать в парах или командах. Цифровые средства также способствовали усилению межпредметных связей, особенно между биологией, химией и информатикой [Савенков, 2005].

Проведённая работа показала, что наиболее эффективным является включение ИКТ не в один изолированный этап урока, а в систему учебной деятельности. Flyvi обеспечивал визуальное сопровождение всех занятий, Avogadro позволял организовать молекулярное моделирование, VOKA усиливал наглядность при изучении анатомических признаков, Si-Game использовалась для обобщения и контроля знаний, Яндекс.Формы обеспечивали цифровую проверку результатов, а Само повышала качество демонстрационного эксперимента. Такое сочетание инструментов позволило сделать учебные занятия более наглядными, интерактивными и ориентированными на активную деятельность учащихся.

3.3. Анализ и оценка результатов применения цифровых средств обучения

Анализ результатов применения цифровых средств обучения проводился на основе материалов, полученных в ходе апробации разработанных занятий по биологии и интегрированных занятий естественно-научной направленности. Оценивались не только предметные результаты учащихся, но и особенности их учебной активности, уровень

самостоятельности, качество выполнения практических заданий, способность работать с цифровыми моделями, участвовать в обсуждении и формулировать выводы.

В качестве основных методов анализа использовались педагогическое наблюдение, анализ продуктов учебной деятельности учащихся, устный опрос, выполнение практических заданий, игровая форма контроля, онлайн-тестирование и рефлексия. Такой подход позволил оценить результативность применения ИКТ-средств комплексно: с точки зрения усвоения биологического содержания, развития метапредметных умений и повышения познавательного интереса к предмету.

Оценка результатов проводилась по нескольким критериям, представленным в таблице 9.

Таблица 9 – Критерии анализа результатов применения ИКТ-средств

Критерий	Показатели оценки
Предметный	Правильность ответов, понимание биологических понятий, умение объяснять связь строения и функций биологических объектов
Практико-деятельностный	Умение работать с цифровыми программами и сервисами, выполнение заданий по инструкции, создание и анализ моделей
Познавательный	Активность на уроке, участие в обсуждении, способность задавать вопросы и делать выводы
Коммуникативный	Работа в парах и командах, аргументация ответа, соблюдение правил учебного взаимодействия
Контрольно-оценочный	Результаты тестирования, участие в рефлексии, способность выявлять ошибки и корректировать ответы

Применение онлайн-редактора Glyvi оказало положительное влияние на организацию восприятия учебного материала. Визуальные материалы, подготовленные с его помощью, использовались на всех занятиях и помогали структурировать содержание уроков: выделять ключевые понятия, представлять классификации, оформлять схемы, таблицы и рабочие листы. За счёт визуального сопровождения учащимся было проще ориентироваться в содержании тем, связанных с химическим составом клетки, функциями углеводов, молекулярным уровнем организации жизни и эволюцией человека.

Особенно значимым оказалось применение программы Avogadro при изучении молекулярных тем. На уроке «Химический состав клетки» учащиеся создавали модели молекул воды, глюкозы и глицина, что способствовало пониманию различий между неорганическими и органическими веществами клетки. Работа с моделями позволяла не только повторить химические формулы, но и увидеть пространственное строение молекул, установить связь между элементным составом вещества и его биологической функцией.

На уроке «Углеводы и их функции» использование Avogadro позволило усилить межпредметную связь биологии и химии. Учащиеся сравнивали модели глюкозы и фруктозы, имеющих одинаковую молекулярную формулу, но различное строение. Это помогало понять, что свойства органических веществ зависят не только от состава, но и от пространственного расположения атомов. Работа с цифровыми моделями способствовала развитию навыков сравнения, анализа и формулирования выводов.

На интегрированном уроке «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека» программа Avogadro использовалась для построения моделей кофеина и таурина. Данное задание позволило учащимся связать химическое строение веществ с их биологическим действием на организм. Применение программы Camo при демонстрации химических опытов повысило наглядность эксперимента: учащиеся могли наблюдать

изменения окраски растворов и признаки реакций на большом экране, что облегчало фиксацию результатов в таблице наблюдений.

Эффективным средством обобщения и контроля знаний стала программа Si-Game. Урок по разделу «Молекулярный уровень» был организован в форме интеллектуальной командной игры. Игровой формат способствовал повышению мотивации учащихся, активному повторению материала и развитию коммуникативных навыков. Учащиеся не только вспоминали определения и факты, но и учились обсуждать ответы в команде, аргументировать свою позицию и быстро принимать решения. Вопросы разного уровня сложности позволяли выявить как базовое понимание темы, так и способность применять знания в новой учебной ситуации.

Использование сервиса VOKA на уроке «Эволюция человека» позволило повысить качество изучения анатомических признаков, связанных с антропогенезом. Работа с 3D-моделями черепа, позвоночника, таза, кисти и стопы дала возможность учащимся рассмотреть объекты с разных сторон, выделить признаки прямохождения, развития головного мозга и трудовой деятельности. Заполнение рабочего листа способствовало систематизации наблюдений и формированию вывода о связи строения тела человека с эволюционными изменениями.

Онлайн-тестирование в Яндекс.Формах позволило организовать оперативную проверку знаний по теме «Эволюция человека». Данный формат удобен тем, что учащиеся выполняют задания индивидуально, а учитель получает возможность быстро оценить результаты и определить вопросы, вызвавшие затруднения. Использование цифрового тестирования также способствует формированию навыков самоконтроля, поскольку учащиеся могут соотнести результат выполнения заданий с уровнем усвоения темы.

Обобщённые результаты применения ИКТ-средств представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Педагогический эффект применения ИКТ-средств

ИКТ-средство	Полученный педагогический эффект	Возможные затруднения
Flyvi	Повышение наглядности, структурирование материала, создание единообразного визуального сопровождения уроков	Необходимость предварительной подготовки материалов
Avogadro	Развитие представлений о молекулярном строении веществ, усиление межпредметных связей биологии и химии	Требуется инструктаж и базовое понимание химического строения молекул
Si-Game	Повышение мотивации, активизация повторения, развитие командного взаимодействия	Необходимость продуманной системы вопросов и контроля дисциплины
VOKA	Улучшение понимания анатомических признаков, развитие навыков работы с 3D-моделями	Требуется доступ к устройствам и стабильному интернету
Яндекс.Формы	Быстрая проверка знаний, удобная фиксация результатов, возможность анализа ошибок	Необходимость технической готовности учащихся
Сamo	Повышение видимости демонстрационного эксперимента, улучшение условий наблюдения	Требуется предварительная настройка камеры и трансляции

Анализ проведённых занятий показал, что цифровые средства наиболее эффективны при включении в те этапы урока, где они решают конкретную методическую задачу. На этапе объяснения нового материала результативными оказались Flyvi и VOKA, поскольку они обеспечивали визуализацию и помогали учащимся воспринимать сложные биологические объекты. На этапе практической работы эффективным было применение Avogadro, так как учащиеся самостоятельно создавали модели и анализировали их строение. На этапе контроля и обобщения наибольшую результативность показали Si-Game и Яндекс.Формы, позволившие совместить проверку знаний с активной учебной деятельностью [Огородников, 1972].

В ходе апробации было выявлено, что ИКТ-средства способствуют повышению познавательной активности учащихся. Учащиеся охотнее включались в выполнение заданий, связанных с моделированием, 3D-визуализацией и игровым контролем. Особенно заметным было повышение вовлечённости при выполнении заданий, требующих практического действия: построить модель молекулы, рассмотреть анатомический объект, выбрать вопрос в игре, пройти цифровой тест.

Положительное влияние ИКТ проявилось и в развитии метапредметных умений. Учащиеся работали с информацией в разных формах: текстовой, визуальной, табличной, игровой и модельной. Они сравнивали объекты, заполняли таблицы, анализировали схемы, выполняли задания по инструкции, взаимодействовали в парах и командах. Это позволило расширить образовательный результат уроков за пределы простого усвоения фактического материала.

Применение ИКТ требовало предварительной методической и технической подготовки. Для успешной организации занятий необходимо заранее подготовить цифровые материалы, проверить работу программ и сервисов, продумать инструктаж для учащихся, определить время выполнения заданий и предусмотреть возможные технические затруднения. Особенно

важно, чтобы цифровое средство не подменяло содержание урока, а помогало раскрыть его более наглядно и практико-ориентированно.

Перспективным направлением расширения разработанного комплекса является включение платформы VirtuLab. Её виртуальные лабораторные работы могут дополнить молекулярное моделирование и трёхмерную визуализацию заданиями, в которых учащиеся последовательно выполняют действия, фиксируют наблюдения и формулируют выводы. В рамках проведённой апробации VirtuLab не применялся, поэтому его использование рассматривается как направление дальнейшей методической работы, а не как часть полученных экспериментальных результатов.

Проведённая апробация позволяет сделать вывод, что разработанный комплекс ИКТ-средств является методически целесообразным для использования в обучении биологии 10-11 классов. Он обеспечивает повышение наглядности учебного материала, активизирует познавательную деятельность учащихся, создаёт условия для практической работы с цифровыми моделями, способствует развитию межпредметных связей и позволяет организовать разнообразные формы контроля знаний.

Выводы

В соответствии с поставленными задачами исследования сформулированы следующие выводы.

1. Теоретический, психолого-педагогический и нормативно-методический анализ показал, что информационно-коммуникационные технологии являются не отдельным вспомогательным элементом, а составной частью современной образовательной среды. В обучении биологии в 10–11 классах они выполняют информационную, наглядно-демонстрационную, моделирующую, исследовательскую, коммуникативную, развивающую и контрольно-оценочную функции. Их применение особенно значимо при изучении молекулярных, клеточных, генетических, физиологических, эволюционных и экологических процессов, которые трудно или невозможно непосредственно наблюдать в школьных условиях. Психолого-педагогическая результативность ИКТ определяется соответствием цифровых материалов возрастным особенностям старшеклассников, организацией активной познавательной деятельности, дозированием информации и сохранением ведущей роли учителя. Нормативно-методические документы ориентируют образовательные организации на развитие цифровой компетентности обучающихся и педагогически обоснованное включение цифровых средств в образовательный процесс. Следовательно, использование ИКТ в обучении биологии должно рассматриваться как средство достижения предметных и метапредметных результатов, а не как самоцель или замена педагогического взаимодействия и реальной практической деятельности.

2. Выявлены основные методические возможности и условия применения цифровых образовательных ресурсов и ИКТ-средств при изучении биологии в старшей школе. Цифровые технологии позволяют визуализировать сложные биологические объекты и процессы, организовывать моделирование и виртуальный эксперимент, обеспечивать оперативную обратную связь, дифференцировать задания, поддерживать самостоятельную, групповую и проектную работу, а также развивать навыки

поиска, анализа и критической оценки информации. Наиболее эффективно ИКТ используются тогда, когда конкретное средство выбирается в соответствии с целью и этапом занятия: визуальные материалы и трёхмерные модели — при объяснении нового содержания, цифровые модели и практикумы — при исследовательской и практической работе, игровые и тестовые сервисы — при закреплении, обобщении и контроле знаний. К условиям результативного применения ИКТ относятся научная достоверность содержания, дидактическая целесообразность, включение цифрового этапа в общую логику урока, техническая доступность, понятность интерфейса, профессиональная готовность учителя, соблюдение санитарно-гигиенических требований и сочетание цифровых форм с наблюдениями, работой с натуральными объектами и реальными экспериментами. Соблюдение этих условий предупреждает информационную перегрузку, формальное использование технологий и чрезмерную алгоритмизацию учебных действий.

3. Разработан и апробирован комплекс ИКТ-средств для обучения биологии учащихся 10–11 классов, включающий онлайн-редактор Flyvi, программу молекулярного моделирования Avogadro, сервис трёхмерной визуализации VOKA, игровую платформу Si-Game, Яндекс.Формы и программу Само. На их основе подготовлены и проведены занятия по темам «Химический состав клетки», «Углеводы и их функции», «Молекулярный уровень», «Эволюция человека», а также интегрированный урок «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека». Flyvi обеспечивал структурированное визуальное сопровождение и оформление учебных материалов; Avogadro позволял учащимся строить и анализировать молекулярные модели; VOKA применялся для изучения анатомических признаков человека; Si-Game обеспечивала геймифицированное обобщение и контроль знаний; Яндекс.Формы использовались для индивидуальной цифровой проверки; Само повышала наглядность демонстрационного эксперимента. Результаты педагогического наблюдения, анализа продуктов учебной деятельности, практических заданий, устного опроса, онлайн-

тестирования и рефлексии свидетельствуют о методической целесообразности комплекса: его применение повышало наглядность материала, вовлечённость обучающихся, качество работы с моделями и схемами, способствовало развитию межпредметных и коммуникативных умений. Одновременно установлено, что результативность комплекса зависит от предварительной подготовки материалов, инструктажа учащихся, исправности оборудования и точного соответствия каждого цифрового средства решаемой учебной задаче.

Таким образом, поставленные задачи исследования решены, а цель работы достигнута: определены педагогические основания и методические условия эффективного использования информационно-коммуникационных технологий в обучении биологии учащихся 10–11 классов, разработан и апробирован комплекс цифровых средств, пригодный для включения в практику преподавания биологии старшей школы.

Заключение

Проведённое исследование позволило всесторонне осмыслить место и роль информационно-коммуникационных технологий в обучении биологии в старшей школе:

ИКТ представляют собой комплекс педагогических, технических и информационных средств, которые одновременно выполняют дидактические и развивающие функции, способствуя формированию исследовательских умений и критического мышления старшеклассников. Цифровые формы представления материала через трёхмерные модели, анимацию и виртуальные лаборатории позволяют преодолеть абстрактность сложных биологических процессов, опираясь на визуально-образное мышление учащихся.

Анализ работ по использованию ЦОР в естественнонаучном образовании показал возможности их включения на всех этапах урока с выполнением иллюстративных, тренинговых и исследовательских функций. Педагогические эксперименты подтверждают, что систематическое использование ЦОР и мультимедийных средств повышает степень обученности, интерес к предмету и развивает познавательные способности учащихся.

Практическая ценность работы заключается в том, что её результаты могут быть использованы учителями биологии при проектировании учебных занятий в 10–11 классах, организации самостоятельной познавательной деятельности, создании цифровых образовательных ресурсов и подборе эффективных мультимедийных средств. Представленные выводы и подходы способны повысить качество преподавания биологии, усилить её практическую направленность, а также способствовать формированию у школьников информационной компетентности и исследовательских навыков, необходимых для обучения в условиях современной цифровой образовательной среды.

Библиографический список

1. Апатова Н. В. Информационные технологии в школьном образовании. — М.: Изд-во РАО, 1994. — 228 с.
2. Аспицкая А. Ф., Кирсберг Л. В. Использование информационно-коммуникационных технологий при обучении химии: методическое пособие. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. — 356 с.
3. Беляев Д. К., Бородин П. М., Воронцов Н. Н. [и др.]. Общая биология: учебник для 10–11 классов / под ред. Д. К. Беляева, Г. М. Дымшица. — М.: Просвещение, 2004. — 304 с.
4. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. — М.: Изд-во Института профессионального образования Министерства образования России, 1995. — 336 с.
5. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. — М.: Педагогика, 1989. — 190, [1] с.
6. Биология. 10 класс: базовый уровень: учебник / под ред. В. В. Пасечника. — М.: Просвещение, 2023. — 256 с.
7. Биология. 11 класс: базовый уровень: учебник / под ред. В. В. Пасечника. — М.: Просвещение, 2023. — 272 с.
8. Биология: руководство к практическим занятиям: учебное пособие / В. В. Маркина [и др.]; под ред. В. В. Маркиной. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-9704-3415-4.
9. Вербицкий А. А. «Цифровое поколение»: проблемы образования // Профессиональное образование. Столица. — 2016. — № 7. — С. 10–13.
10. Высоцкая М. В. Общая биология. 9–11 классы: разноуровневые упражнения и тестовые задания. — Волгоград: Учитель, 2008. — 240 с.
11. Габриелян О. С., Остроумов И. Г., Сладков С. А. Химия: пособие для подготовки к ЕГЭ. — М.: Академия, 2014. — 256 с.
12. Гавриков В. Л., Корнилов В. В. О возможности применения проблемно-ориентированных заданий для обучения в виртуальной среде

[Электронный ресурс] // Информационные технологии в образовании и науке. — 2013. — С. 10–13. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18925092> (дата обращения: 06.06.2026).

13. Галкина Е. А. Обучение школьной биологии с помощью мультимедийных средств // Концепт. — 2013. — № 7. — С. 11–15. — URL: <https://e-koncept.ru/2013/13139.htm> (дата обращения: 03.11.2025).

14. Глазунова Л. А. Технология создания учащимися тематических мультимедийных презентаций на уроках биологии // Биология в школе. — 2012. — № 8. — С. 23–28.

15. Гордиенко О. В., Соколова А. А. Дети и цифровой текст: формы работы со школьниками по продуцированию текста в цифровом формате // Вопросы цифрового образования. — 2020. — № 1. — С. 21–28. — URL: <http://digitalmpgu.ru/wp-content/uploads/2022/05/№-1-2020.pdf> (дата обращения: 17.03.2026).

16. Гордиенко О. В., Соколова А. А., Симонова А. А. Аксиологические характеристики цифровой трансформации образования // Педагогика и психология образования. — 2019. — № 3. — С. 9–21. — DOI: 10.31862/2500-297X-2019-3-9-21.

17. ГОСТ Р 52653-2006. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. — Введ. 2008-07-01. — М.: Стандартинформ, 2007.

18. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. — URL: <http://school-collection.edu.ru/> (дата обращения: 03.11.2025).

19. Избасарова Р. Ш. К вопросу применения информационных технологий в процессе формирования естественнонаучных понятий // Региональные геосистемы. — 2010. — № 15 (86). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-primeneniya-informatsionnyh-tehnologiy-v-protssesse-formirovaniya-estestvennonauchnyh-ponyatiy> (дата обращения: 03.11.2025).

20. Константинов В. М., Резанов А. Г., Фадеева Е. О. Биология для профессий и специальностей технического и естественно-научного профилей: учебник. — М.: Академия, 2024. — 336 с. — ISBN 978-5-0054-1961-3.
21. Кругосвет: универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.krugosvet.ru/> (дата обращения: 03.11.2025).
22. Крулехт М. В. Методология и методы психолого-педагогических исследований: учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2026. — 164 с. — ISBN 978-5-534-17733-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/585951> (дата обращения: 05.04.2026).
23. Лапчик М. П. ИКТ-компетентность педагогических кадров. — Омск: Изд-во ОмГПУ, 2007. — 144 с.
24. Лубков А. В., Гордиенко О. В., Соколова А. А. Антропоцентрический принцип цифровизации образования // Наука и школа. — 2020. — № 6. — С. 48–56. — DOI: 10.31862/1819-463X-2020-6-48-56.
25. Макарова О. Б. Информационные и коммуникационные технологии в естественнонаучном образовании: учебно-методическое пособие. — Новосибирск: НГПУ, 2011. — 64 с.
26. Машура Е. А. Эффективность применения методик интерактивного обучения на уроках биологии в сочетании с интерактивной доской // Инновационная наука. — 2018. — № 4. — С. 151–152. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-metodik-interaktivnogo-obucheniya-na-urokah-biologii-v-sochetanii-s-interaktivnoy-doskoj> (дата обращения: 03.11.2025).
27. Мелентьева Ю. П. Цифровое чтение как технология обучения и образования // Библиография и книговедение. — 2018. — № 5 (418). — С. 47–51.
28. Нечаев В. Д., Дурнева Е. Е. «Цифровое поколение»: психолого-педагогическое исследование проблемы // Педагогика. — 2016. — № 1. — С. 36–45.

29. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; под ред. Е. С. Полат. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Академия, 2008. — 272 с.

30. Оконь В. Введение в общую дидактику / пер. с польского. — М.: Высшая школа, 1990. — 382 с.

31. Оптимальное усвоение учащимися знаний и сравнительная эффективность отдельных методов обучения в школе: сборник статей / под ред. И. Т. Огородникова. — М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1972. — 287 с.

32. Основные направления развития образовательных электронных изданий и ресурсов. — М.: Республиканский мультимедиа-центр, 2002. — 134 с.

33. Пак М. С. Дидактика химии: учебник для студентов вузов. — 2-е изд. — СПб.: ТРИО, 2012. — 457 с.

34. Паршутина Л. А. Естествознание. Биология: учебное пособие. — М.: Академия, 2019. — 352 с.

35. Пасечник В. В. Компьютерная поддержка урока биологии // Биология в школе. — 2002. — № 2. — С. 30–34.

36. Пасечник В. В. Самостоятельная познавательная деятельность учащихся в процессе обучения ботанике: дис. ... канд. пед. наук. — М., 1982. — 187 с.

37. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учебное пособие. — 2-е изд., стер. — М.: Академия, 2008. — 368 с.

38. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ». — URL:

<https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310120031> (дата обращения: 26.01.2026).

39. Пренски М. Цифровые аборигены, цифровые иммигранты = Digital Natives, Digital Immigrants // On the Horizon. — 2001. — Vol. 9, no. 5. — P. 1–6. — DOI: 10.1108/10748120110424816.

40. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.11.2024 № 3333-р «Об утверждении комплексного плана мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года». — URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411230014> (дата обращения: 26.01.2026).

41. Роберт И. В., Панюкова С. В., Кузнецов А. А., Кравцова А. Ю. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебно-методическое пособие. — М.: Дрофа, 2008. — 312 с.

42. Рувинский А. О., Высоцкая Л. В., Глаголев С. М. [и др.]. Общая биология: учебник для 10–11 классов школ с углублённым изучением биологии / под ред. А. О. Рувинского. — М.: Просвещение, 1993. — 544 с.

43. Савенков А. И. Исследовательская деятельность школьников. — Самара: Учебная литература, 2005. — 80 с.

44. Сивоглазов В. И., Агафонова И. Б., Захарова Е. Т. Биология. Общая биология. 10 класс: базовый уровень: учебник. — М.: Просвещение, 2020. — 256 с.

45. Сивоглазов В. И., Агафонова И. Б., Захарова Е. Т. Биология. Общая биология. 11 класс: базовый уровень: учебник. — М.: Просвещение, 2020. — 208 с.

46. Татаринцев А. И. Использование информационно-коммуникативных технологий на уроках технологии // Концепт. — 2013. — № 1. — С. 56–60. — URL: <https://e-koncept.ru/2013/13012.htm> (дата обращения: 03.11.2025).

47. Титов Е. В., Морозова Л. В. Методика применения информационных технологий в обучении химии: учебное пособие. — М.: Академия, 2010. — 176 с.

48. Томин В. И. Возможности использования интерактивных заданий по химии в рамках Middle Years Programme (основная школа) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. — 2020. — Т. 17, № 4. — С. 337–349.

49. Трудности и перспективы цифровой трансформации образования / А. Ю. Уваров, Э. Гейбл, И. В. Дворецкая [и др.]; под ред. А. Ю. Уварова, И. Д. Фрумина. — М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. — 343 с. — ISBN 978-5-7598-1990-5.

50. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». — URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/24157> (дата обращения: 26.01.2026).

51. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». — URL: <https://publication.pravo.gov.ru/document/0001201212300007> (дата обращения: 26.01.2026).

52. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР): официальный портал [Электронный ресурс]. — URL: <http://fcior.edu.ru/> (дата обращения: 03.11.2025).

53. Чернобельская Г. М. Методика обучения химии в средней школе: учебник для студентов педагогических вузов. — М.: ВЛАДОС, 2000. — 336 с.

54. Шамсетдинова А. Р., Леонтьев В. В. Инновационные технологии обучения биологии в школе // Инновационная наука. — 2023. — № 6-1. — С. 214–216. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-tehnologii-obucheniya-biologii-v-shkole> (дата обращения: 03.11.2025).

55. Эволюция образования в условиях информатизации / М. В. Носков, П. П. Дьячук, Б. С. Доброневц [и др.]. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. — 212 с. — ISBN 978-5-7638-4210-4.

56. Якушева Г. И., Коротеева А. С. Методика использования на уроках химии цифровых образовательных ресурсов // Проблемы современного педагогического образования. — 2022. — № 74-1. — С. 316–319.

Приложения

Приложение 1

Предметы: химия, биология

Класс: 10–11

Тема урока: «Кофе и энергетики: как кофеин и таурин влияют на организм человека»

Тип урока: интегрированный комбинированный урок

Форма урока: беседа, демонстрационный эксперимент, работа с филвордом, компьютерное моделирование

Продолжительность: 40 минут

Цель урока:

Сформировать у обучающихся представление о биологическом действии кофеина и таурина на организм человека, показать химические способы обнаружения кофеина и сахаров в напитках, а также закрепить знания о строении молекул кофеина и таурина через работу в программе Avogadro.

Задачи урока:

Образовательные:

- рассмотреть влияние кофеина и таурина на организм человека;
- объяснить, почему кофе и энергетические напитки оказывают стимулирующее действие;
- познакомить учащихся с демонстрационными химическими опытами на определение кофеина и сахаров в напитках;
- сформировать представление о строении молекул кофеина и таурина;
- организовать работу учащихся в программе Avogadro по созданию моделей молекул кофеина и таурина.

Развивающие:

- развивать умение анализировать состав напитков и связывать его с действием на организм;
- формировать навыки наблюдения химического эксперимента и формулирования выводов;
- развивать навыки работы с цифровыми средствами обучения;

- развивать межпредметное мышление через связь биологии, химии и информационных технологий.

Воспитательные:

- формировать ответственное отношение к употреблению кофе и энергетических напитков;
- воспитывать культуру безопасного поведения при наблюдении химического эксперимента;
- развивать интерес к изучению химии и биологии через примеры из повседневной жизни.

Планируемые результаты

Предметные результаты:

- учащиеся объясняют влияние кофеина на нервную и сердечно-сосудистую системы;
- характеризуют роль таурина и сахаров в составе энергетических напитков;
- описывают наблюдаемые признаки качественных реакций на кофеин и сахара;
- создают модели молекул кофеина и таурина в программе Avogadro.

Метапредметные результаты:

- анализируют информацию о составе напитков;
- устанавливают связь между химическим составом вещества и его биологическим действием;
- фиксируют результаты наблюдений и формулируют выводы;
- используют цифровой инструмент для молекулярного моделирования.

Личностные результаты:

- осознают необходимость умеренного употребления кофеинсодержащих напитков;
- понимают возможные риски частого употребления энергетиков;
- проявляют ответственное отношение к собственному здоровью.

Формируемые УУД

Познавательные: анализ информации, установление причинно-следственных связей, сравнение веществ, моделирование молекул.

Регулятивные: постановка учебной задачи, планирование действий, контроль выполнения задания, самооценка.

Коммуникативные: участие в беседе, работа в парах, обсуждение результатов наблюдений.

Личностные: осознанное отношение к здоровью, ответственное потребление кофеинсодержащих напитков.

Ресурсы и оборудование

- презентация к уроку;
- карточки с филвордами;
- образцы напитков: кофе, энергетический напиток, напиток без сахара;
- пробирки, штатив, пипетки, нагревательный прибор или водяная баня;
- реактивы для демонстрационного определения кофеина;
- реактив Фелинга / Бенедикта или растворы CuSO_4 и NaOH для определения сахаров;
- защитные очки, перчатки, халат;
- телефон с программой Camo для трансляции демонстрационных опытов;
- компьютер учителя, проектор или интерактивная доска;
- компьютеры для учащихся, программа Avogadro, инструкция для построения молекул кофеина и таурина.

Особенности организации урока

Химические опыты выполняются только учителем в демонстрационном формате. Учащиеся не работают с реактивами, а наблюдают за ходом эксперимента, фиксируют признаки реакций и формулируют выводы.

Для лучшей видимости химических опытов используется телефон с программой Camo: изображение с камеры телефона выводится на большой экран, что позволяет учащимся рассмотреть изменение окраски растворов, образование осадка и другие признаки реакций.

Техника безопасности

Перед демонстрационными опытами учитель напоминает правила работы в кабинете химии: не пробовать вещества на вкус, не нюхать вещества напрямую, не трогать реактивы руками, соблюдать дистанцию при нагревании, выполнять указания учителя. Все действия с реактивами и нагреванием выполняет только учитель.

Ход урока

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
1. Организационный момент	1 мин	Приветствует учащихся, проверяет готовность класса к уроку. Сообщает, что урок будет интегрированным и объединит биологию, химию и работу с цифровой программой Avogadro	Приветствуют учителя, готовят тетради и рабочие материалы	Регулятивные: организация рабочего места, настрой на учебную деятельность
2. Мотивация и постановка проблемы	3 мин	Демонстрирует изображения кофе и энергетических напитков. Задает вопросы: «Почему кофе помогает чувствовать бодрость?», «Дают ли энергетики настоящую энергию?», «Какие вещества могут влиять на организм?» Подводит учащихся к теме урока	Высказывают предположения, называют кофеин, сахар, таурин, витамины, ароматизаторы. Формулируют проблему урока	Познавательные: актуализация знаний; коммуникативные: выражение собственного мнения
3. Биологический аспект: состав кофе и энергетиков	5 мин	Объясняет, что кофе и энергетики содержат биологически активные вещества. Кратко рассматривает основные компоненты: кофеин, таурин, сахара, витамины группы В. Подчеркивает, что стимулирующий эффект связан прежде всего с кофеином и количеством сахара	Записывают основные компоненты напитков. Отвечают на вопросы учителя, анализируют, какие вещества могут влиять на нервную систему и обмен веществ	Познавательные: анализ состава напитков; регулятивные: выделение главной информации

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
4. Биологический аспект: влияние кофеина, таурина и сахаров на организм	7 мин	Объясняет действие кофеина: блокировка рецепторов аденозина, снижение ощущения усталости, повышение бодрости. Рассматривает возможные эффекты: учащение пульса, повышение тревожности, нарушение сна. Объясняет, что таурин участвует в физиологических процессах, но сам по себе не является источником энергии. Раскрывает роль сахаров: быстрый подъем уровня глюкозы и кратковременный прилив сил	Слушают объяснение, записывают схему: «кофеин → снижение ощущения усталости → бодрость». Отвечают на вопросы: почему энергетик не заменяет сон, почему избыток сахара вреден	Познавательные: установление причинно-следственных связей; личностные: ответственное отношение к здоровью
5. Закрепление биологической части: филворды	4 мин	Раздает филворды по теме. Предлагает найти термины: кофеин, таурин, аденозин, рецептор, нейрон, сердце, пульс, сон, глюкоза, сахар, энергия, усталость. После выполнения быстро проверяет ответы	Работают индивидуально или в парах, находят слова, объясняют значение нескольких терминов	Познавательные: закрепление терминов; коммуникативные: работа в парах; регулятивные: самоконтроль
6. Переход к химической части и инструктаж по технике безопасности	2 мин	Объясняет, что биологическое действие напитков связано с их химическим составом. Сообщает, что далее будут проведены демонстрационные опыты. Напоминает правила безопасности: опыты выполняет только учитель, учащиеся наблюдают и делают записи	Слушают инструктаж, готовят таблицу наблюдений	Регулятивные: соблюдение правил; личностные: безопасное поведение

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
7. Демонстрационный опыт №1: определение кофеина	5 мин	Выполняет опыт на определение кофеина в образцах кофе и энергетического напитка. Для лучшей видимости размещает телефон с программой Само напротив рабочей зоны и выводит изображение на экран. Показывает изменение окраски или другой характерный признак реакции. Объясняет, что качественная реакция позволяет судить о наличии вещества, но не о его точном количестве	Наблюдают опыт на большом экране, фиксируют признаки реакции. Заполняют таблицу: образец - наблюдение - вывод	Познавательные: наблюдение, сравнение, формулирование вывода; регулятивные: фиксация результата
8. Демонстрационный опыт №2: определение сахаров в напитках	5 мин	Проводит демонстрационный опыт с реактивом Фелинга / Бенедикта или с растворами CuSO_4 и NaOH при нагревании. Сравнивает напиток с сахаром и напиток без сахара. Через Само выводит изображение пробирок на экран, чтобы учащиеся хорошо видели изменение окраски и образование осадка	Наблюдают ход опыта, записывают результаты. Делают вывод о наличии или отсутствии сахаров в исследуемых напитках	Познавательные: применение химических знаний; коммуникативные: обсуждение результатов; личностные: осознание влияния сахара на здоровье

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
9. Работа в программе Avogadro	6 мин	Организует работу за компьютерами. Дает задание: построить модели молекул кофеина и таурина. На экране показывает формулы: кофеин — $C_8H_{10}N_4O_2$, таурин — $C_2H_7NO_3S$. Напоминает основные действия: выбрать атомы, соединить их связями, выполнить оптимизацию геометрии	Работают в Avogadro индивидуально или в парах. Создают модели кофеина и таурина по инструкции. Сравнивают молекулы по составу: в кофеине есть С, Н, N, O; в таурине — С, Н, N, O, S	Познавательные: моделирование молекул; регулятивные: выполнение алгоритма; коммуникативные: взаимопомощь
10. Проверка и обсуждение результатов работы в Avogadro	1 мин	Просит учащихся показать готовые модели. Кратко обращает внимание на различия: кофеин имеет более сложное циклическое строение, таурин содержит атом серы	Демонстрируют модели, отвечают на вопросы учителя	Познавательные: сравнение структур; регулятивные: коррекция ошибок
11. Итог урока и рефлексия	2 мин	Подводит итог: кофеин влияет на нервную систему и снижает ощущение усталости; таурин участвует в физиологических процессах; сахара дают кратковременный энергетический эффект; химические опыты помогают обнаружить вещества, а Avogadro позволяет изучить их молекулярное строение. Предлагает закончить фразу: «Сегодня я понял(а), что...»	Формулируют выводы, отвечают на вопрос рефлексии	Регулятивные: самооценка; познавательные: обобщение; личностные: осознанное отношение к здоровью

Общее время: 40 минут

Таблица наблюдений для учащихся

Образец	Опыт на кофеин: наблюдение	Вывод	Опыт на сахара: наблюдение	Вывод
Кофе				
Энергетический напиток				
Напиток без сахара				

Задание в программе Avogadro

Цель: создать модели молекул кофеина и таурина и сравнить их строение.

1. Откройте программу Avogadro.
2. Постройте молекулу кофеина по формуле $C_8H_{10}N_4O_2$.
3. Постройте молекулу таурина по формуле $C_2H_7NO_3S$.
4. Выполните оптимизацию геометрии молекул.
5. Сравните молекулы по составу.
6. Сделайте вывод: чем молекула кофеина отличается от молекулы таурина?

Критерии оценивания работы учащихся

Вид работы	Критерии
Работа на биологическом этапе	Активность в обсуждении, правильность ответов, понимание действия кофеина, таурина и сахаров на организм.
Филворд	Найдены основные термины; учащийся может объяснить значение нескольких понятий.

Вид работы	Критерии
Наблюдение химических опытов	Правильно заполнена таблица наблюдений, сделан логичный вывод по каждому опыту.
Работа в Avogadro	Построены модели кофеина и таурина; учащийся сравнивает молекулы по составу и строению.
Итоговый вывод	Учащийся связывает биологическое действие веществ с их химическим составом.

Предмет: биология

Класс: 10

Тема урока: «Химический состав клетки»

Тип урока: комбинированный урок изучения и первичного закрепления нового материала

Форма урока: беседа, работа с учебной информацией, заполнение таблицы, компьютерное моделирование в программе Avogadro, рефлексия

Продолжительность: 45 минут

Цель урока

Сформировать у обучающихся представление о химическом составе клетки, роли неорганических и органических веществ в жизнедеятельности организма, а также закрепить знания о молекулярном строении веществ клетки через работу в программе Avogadro.

Задачи урока

Образовательные:

- сформировать представление об элементном составе клетки и группах химических элементов: макроэлементах, микроэлементах и ультрамикроэлементах;
- рассмотреть основные неорганические вещества клетки: воду и минеральные соли;
- охарактеризовать органические вещества клетки: углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты и АТФ;
- показать связь строения молекул с выполняемыми ими функциями;
- организовать практическую работу учащихся в программе Avogadro по созданию моделей молекул воды, глюкозы и аминокислоты глицина.

Развивающие:

- развивать умение сравнивать химические вещества клетки по составу, строению и функциям;
- формировать навыки анализа схем, таблиц и биологических моделей;
- развивать навыки работы с цифровыми средствами обучения и молекулярного моделирования;
- развивать умение делать выводы на основе наблюдения и сопоставления информации.

Воспитательные:

- формировать научное мировоззрение и понимание материального единства живой и неживой природы;
- воспитывать аккуратность при работе с компьютерными программами и учебными материалами;
- развивать познавательный интерес к биологии через использование цифровых моделей молекул.

Планируемые результаты

Предметные результаты:

- учащиеся называют основные химические элементы, входящие в состав клетки;
- объясняют роль воды, минеральных солей, углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот и АТФ;
- различают неорганические и органические вещества клетки;
- устанавливают связь между химическим составом вещества и его биологической функцией;
- создают простые молекулярные модели веществ клетки в программе Avogadro.

Метапредметные результаты:

- анализируют учебную информацию и представляют ее в виде таблицы;
- сравнивают вещества по нескольким признакам;
- используют цифровой инструмент для моделирования и визуализации биологических объектов;
- формулируют выводы по результатам практической работы.

Личностные результаты:

- осознают значение химических веществ для жизнедеятельности клетки и организма;
- проявляют интерес к изучению биологии и химии как взаимосвязанных наук;
- понимают значение цифровых технологий в современном биологическом образовании.

Формируемые УУД

Познавательные: анализ информации, классификация веществ, установление причинно-следственных связей, моделирование молекул.

Регулятивные: постановка учебной задачи, планирование действий, контроль и коррекция результата, самооценка.

Коммуникативные: участие в беседе, работа в парах, аргументация ответа, обсуждение результатов моделирования.

Личностные: формирование научного мировоззрения, познавательный интерес, ответственное отношение к учебной деятельности.

Ресурсы и оборудование

- презентация к уроку «Химический состав клетки»;
- таблица/схема «Неорганические и органические вещества клетки»;
- карточки с заданиями для актуализации знаний и заполнения таблицы;
- компьютер учителя, проектор или интерактивная доска;
- компьютеры или ноутбуки для учащихся;
- программа Avogadro, установленная на компьютерах учащихся;
- инструкция для построения молекул воды, глюкозы и глицина в Avogadro;
- учебник биологии для 10 класса, тетради учащихся.

Особенности организации урока

Работа в программе Avogadro проводится на этапе первичного закрепления материала. Учащиеся в парах создают модели молекул веществ, входящих в состав клетки: воды, глюкозы и аминокислоты глицина. Через моделирование они наглядно устанавливают, что вещества клетки имеют определенный элементный состав и пространственное строение, от которого зависят их свойства и биологические функции.

Инструктаж по безопасной работе за компьютером

Перед практической работой учитель напоминает правила работы за компьютером: соблюдать правильную посадку, не трогать провода и разъемы, работать только с открытой программой Avogadro, не изменять настройки компьютера без разрешения учителя, при затруднениях обращаться к учителю. Работа выполняется индивидуально или в парах по инструкции.

Ход урока

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
1. Организационный момент	1 мин	Приветствует учащихся, проверяет готовность класса к уроку. Сообщает тему и отмечает, что на уроке будет использована программа Avogadro для молекулярного моделирования.	Приветствуют учителя, готовят тетради и рабочие материалы, занимают рабочие места.	Регулятивные: организация рабочего места, настрой на учебную деятельность.
2. Мотивация и постановка проблемы	4 мин	Показывает изображения клетки и молекул воды, глюкозы, белка, ДНК. Задает вопросы: «Из каких веществ состоит клетка?», «Почему вода необходима клетке?», «Можно ли увидеть молекулы веществ клетки в виде модели?» Подводит к теме урока.	Высказывают предположения, называют воду, соли, белки, жиры, углеводы, ДНК. Формулируют проблему: как химический состав клетки связан с ее жизнедеятельностью.	Познавательные: актуализация знаний; коммуникативные: выражение собственного мнения.

3. Актуализация знаний	5 мин	Организует фронтальную беседу: вспоминает с учащимися признаки живого, уровни организации живой природы, связь биологии и химии. Предлагает распределить предложенные вещества на две группы: неорганические и органические	Отвечают на вопросы, выполняют классификацию веществ. Записывают в тетрадь две группы: неорганические вещества и органические вещества	Познавательные: классификация, сравнение; регулятивные: выполнение учебного задания
4. Изучение нового материала: элементный состав клетки	6 мин	Объясняет, что в клетке обнаружены химические элементы неживой природы, но их соотношение отличается. Рассматривает группы элементов: органогены С, Н, О, N; макроэлементы; микроэлементы. Подчеркивает значение P, S, Ca, K, Na, Mg, Fe, I	Слушают объяснение, записывают основные элементы и примеры их значения. Отвечают на вопросы учителя	Познавательные: выделение главной информации, установление связей; регулятивные: ведение записей
5. Неорганические вещества клетки	6 мин	Раскрывает роль воды: растворитель, среда химических реакций, транспорт веществ, терморегуляция. Объясняет значение минеральных солей и ионов для клетки. Демонстрирует схему «Функции воды в клетке»	Заполняют часть таблицы «Вещества клетки»: вода, минеральные соли, функции. Приводят примеры значения воды и солей для организма	Познавательные: анализ схемы, установление причинно-следственных связей; личностные: осознание роли воды для жизни

6. Органические вещества клетки	8 мин	Объясняет функции углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот и АТФ. Делает акцент на том, что строение молекул связано с функцией: глюкоза — источник энергии, белки — строительная и ферментативная функции, ДНК — хранение наследственной информации	Заполняют таблицу: группа веществ — примеры — функции. Участвуют в обсуждении, приводят примеры органических веществ	Познавательные: обобщение, сравнение; коммуникативные: участие в обсуждении
7. Инструктаж к работе в Avogadro	2 мин	Объясняет цель практической работы: построить модели молекул веществ клетки и сравнить их элементный состав. Напоминает порядок работы в программе: выбрать атом, создать связи, выполнить оптимизацию геометрии. Проводит краткий инструктаж по безопасной работе за компьютером	Слушают инструктаж, открывают программу Avogadro, получают карточку-инструкцию	Регулятивные: планирование действий, соблюдение правил; личностные: ответственная работа с ИКТ
8. Практическая работа в Avogadro	8 мин	Организует работу за компьютерами. Дает задание построить модели молекул: воды H_2O , глюкозы $C_6H_{12}O_6$ и аминокислоты глицина $C_2H_5NO_2$. При необходимости помогает учащимся исправить ошибки в выборе атомов и связей	Работают индивидуально или в парах. Создают модели молекул в Avogadro, выполняют оптимизацию геометрии, сравнивают состав молекул по химическим элементам	Познавательные: моделирование, сравнение состава веществ; регулятивные: выполнение алгоритма, коррекция ошибок; коммуникативные: взаимопомощь

9. Обсуждение результатов практической работы	3 мин	Просит учащихся показать модели и ответить на вопросы: «Какие элементы входят в состав воды?», «Чем глюкоза отличается от глицина?», «Почему органические вещества называют углеродсодержащими?» Подводит к выводу о связи состава, строения и функций веществ	Демонстрируют модели, отвечают на вопросы, делают вывод о различиях молекул воды, глюкозы и глицина	Познавательные: формулирование вывода; коммуникативные: аргументация ответа; регулятивные: самооценка результата
10. Первичное закрепление	4 мин	Предлагает мини-задание: соотнести вещество клетки с его функцией. Примеры: вода — растворитель; глюкоза — источник энергии; белки — ферменты и строительный материал; ДНК — хранение наследственной информации; АТФ — универсальный источник энергии	Выполняют задание устно или письменно, проверяют ответы, исправляют ошибки	Познавательные: применение новых знаний; регулятивные: контроль и коррекция; коммуникативные: обсуждение ответов
11. Итог урока и рефлексия	2 мин	Подводит итог: клетка состоит из неорганических и органических веществ; их состав и строение определяют функции. Предлагает закончить фразы: «Сегодня я узнал(а)...», «Работа в Avogadro помогла мне...»	Формулируют выводы, оценивают свою работу на уроке, записывают домашнее задание	Регулятивные: самооценка; познавательные: обобщение; личностные: осознание значимости изученного материала

Общее время: 45 минут

Таблица для заполнения учащимися

Группа веществ клетки	Примеры	Основные химические элементы	Функции в клетке
Неорганические вещества	Вода	Н, О	Растворитель, среда реакций, транспорт веществ, терморегуляция
Неорганические вещества	Минеральные соли и ионы	Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, P и др.	Поддержание постоянства внутренней среды, участие в работе клеток и тканей
Органические вещества	Углеводы: глюкоза, крахмал, гликоген	С, Н, О	Энергетическая и запасаящая функции
Органические вещества	Липиды: жиры, фосфолипиды	С, Н, О, иногда Р	Энергетическая, запасаящая, строительная функция мембран
Органические вещества	Белки	С, Н, О, N, S	Строительная, ферментативная, транспортная, защитная функции
Органические вещества	Нуклеиновые кислоты: ДНК, РНК	С, Н, О, N, P	Хранение и передача наследственной информации
Органические вещества	АТФ	С, Н, О, N, P	Универсальный источник энергии клетки

Задание в программе Avogadro

Цель: создать молекулярные модели веществ, входящих в состав клетки, и сравнить их элементный состав и строение.

1. Откройте программу Avogadro.
2. Постройте модель молекулы воды H_2O . Определите, какие элементы входят в ее состав.
3. Постройте модель молекулы глюкозы $C_6H_{12}O_6$. Обратите внимание, что в состав молекулы входят С, Н и О.
4. Постройте модель аминокислоты глицина $C_2H_5NO_2$. Сравните ее состав с составом глюкозы.
5. Выполните оптимизацию геометрии молекул.
6. Сделайте вывод: чем отличаются неорганические и органические вещества клетки по составу и строению?

Критерии оценивания работы учащихся

Вид работы	Критерии
Работа на этапе актуализации знаний	Учащийся участвует в беседе, правильно распределяет вещества на органические и неорганические.
Заполнение таблицы «Вещества клетки»	Таблица заполнена аккуратно; приведены примеры веществ и указаны их основные функции.
Работа в программе Avogadro	Построены модели воды, глюкозы и глицина; выполнена оптимизация; учащийся сравнивает молекулы по составу.
Ответы при обсуждении результатов	Учащийся объясняет, какие элементы входят в состав молекул, и связывает состав веществ с их функциями.
Итоговый вывод	Учащийся формулирует вывод о значении химического состава клетки для жизнедеятельности организма.

Предмет: биология

Класс: 10

Тема урока: «Углеводы и их функции»

Тип урока: комбинированный урок изучения и первичного закрепления нового материала

Форма урока: беседа, работа с таблицей и схемой, выполнение учебных заданий, компьютерное моделирование в программе Avogadro, рефлексия

Продолжительность: 45 минут

Цель урока

Сформировать у обучающихся представление об углеводах как важнейших органических веществах клетки, раскрыть их строение, классификацию и основные функции, а также закрепить знания о молекулярном составе углеводов через работу в программе Avogadro.

Задачи урока

Образовательные:

- сформировать понятие об углеводах как органических веществах, состоящих преимущественно из углерода, водорода и кислорода;
- рассмотреть классификацию углеводов: моносахариды, дисахариды и полисахариды;
- охарактеризовать основные функции углеводов в клетке и организме: энергетическую, запасную, структурную, защитную и рецепторную;
- показать связь между строением углеводов и их биологическими функциями;
- организовать работу учащихся в программе Avogadro по созданию моделей молекул глюкозы и фруктозы, а также сравнению их элементного состава.

Развивающие:

- развивать умение классифицировать вещества по составу и строению;
- формировать навыки анализа схем, таблиц, формул и молекулярных моделей;
- развивать умение устанавливать причинно-следственные связи между строением молекул и выполняемыми функциями;
- развивать навыки работы с цифровыми средствами обучения и программами молекулярного моделирования.

Воспитательные:

- формировать научное мировоззрение и понимание роли органических веществ в жизнедеятельности клетки;
- воспитывать аккуратность и ответственность при выполнении заданий за компьютером;
- развивать интерес к биологии через использование цифровых моделей и межпредметных связей с химией.

Планируемые результаты

Предметные результаты:

- учащиеся объясняют, что такое углеводы, и называют элементы, входящие в их состав;
- различают моносахариды, дисахариды и полисахариды, приводят примеры каждой группы;
- характеризуют основные функции углеводов в клетке и организме;
- устанавливают связь между строением углеводов и их функциями;
- создают молекулярные модели глюкозы и фруктозы в программе Avogadro и сравнивают их по составу и строению.

Метапредметные результаты:

- анализируют учебную информацию и представляют ее в виде таблицы;
- сравнивают группы углеводов по составу, строению и функциям;
- используют цифровой инструмент для визуализации молекулярного строения веществ;
- формулируют выводы по результатам практической работы.

Личностные результаты:

- осознают значение углеводов для обмена веществ и получения энергии организмом;
- понимают важность сбалансированного питания и умеренного употребления сахаров;
- проявляют интерес к изучению биологии, химии и цифровых образовательных технологий.

Формируемые УУД

Познавательные: анализ информации, классификация углеводов, сравнение веществ, установление причинно-следственных связей, моделирование молекул.

Регулятивные: постановка учебной задачи, планирование действий, выполнение алгоритма, контроль результата, самооценка.

Коммуникативные: участие в беседе, работа в парах, обсуждение результатов моделирования, аргументация ответа.

Личностные: формирование научного мировоззрения, ответственное отношение к питанию, интерес к изучению биологии с применением ИКТ.

Ресурсы и оборудование

- презентация к уроку «Углеводы и их функции»;
- схема «Классификация углеводов»;
- таблица для заполнения «Группы углеводов и их функции»;
- карточки с заданиями на соотнесение углеводов и их функций;
- компьютер учителя, проектор или интерактивная доска;
- компьютеры или ноутбуки для учащихся;
- программа Avogadro, установленная на компьютерах учащихся;

- инструкция для построения молекул глюкозы и фруктозы в Avogadro;
- учебник биологии для 10 класса, тетради учащихся.

Особенности организации урока

Работа в программе Avogadro проводится на этапе первичного закрепления материала. Учащиеся создают модели молекул глюкозы и фруктозы, сравнивают их элементный состав и пространственное строение. Это помогает наглядно показать, что вещества с одинаковой молекулярной формулой $C_6H_{12}O_6$ могут иметь различное строение, а особенности строения связаны со свойствами и функциями углеводов.

Инструктаж по безопасной работе за компьютером

Перед началом практической работы учитель напоминает правила работы за компьютером: соблюдать правильную посадку, не трогать провода и разъемы, работать только с открытой программой Avogadro, не изменять настройки компьютера без разрешения учителя, при затруднениях обращаться к учителю. Работа выполняется индивидуально или в парах по инструкции.

Ход урока

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
1. Организационный момент	1 мин	Приветствует учащихся, проверяет готовность класса к уроку. Сообщает, что на уроке будет изучена тема углеводов, а на этапе закрепления учащиеся будут работать в программе Avogadro	Приветствуют учителя, готовят тетради и рабочие материалы, настраиваются на учебную деятельность	Регулятивные: организация рабочего места, настрой на учебную деятельность

2. Мотивация и постановка проблемы	4 мин	Демонстрирует изображения продуктов, богатых углеводами, клеточной стенки растений, молекулы глюкозы. Задает вопросы: «Почему глюкозу называют источником энергии?», «Почему растения используют целлюлозу для построения клеточных стенок?», «Все ли углеводы одинаковы по функциям?» Подводит учащихся к теме урока	Высказывают предположения, называют сахар, крахмал, клетчатку, глюкозу. Формулируют проблему: как строение углеводов связано с их функциями в клетке и организме	Познавательные: актуализация знаний; коммуникативные: выражение собственного мнения
3. Актуализация знаний	5 мин	Проводит фронтальную беседу по теме «Органические вещества клетки». Предлагает вспомнить, какие элементы входят в состав органических веществ, какие группы органических веществ клетки уже известны учащимся. Организует короткое задание: выбрать из списка вещества, относящиеся к углеводам	Отвечают на вопросы, называют С, Н, О как основные элементы углеводов. Выполняют задание, выделяют глюкозу, сахарозу, крахмал, гликоген, целлюлозу	Познавательные: классификация, выделение существенных признаков; регулятивные: выполнение учебного задания
4. Изучение нового материала: понятие и классификация углеводов	7 мин	Объясняет, что углеводы — это органические вещества, в состав которых входят углерод, водород и кислород. Рассматривает классификацию: моносахариды, дисахариды, полисахариды. Приводит примеры: глюкоза, фруктоза, рибоза; сахароза, лактоза; крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин	Слушают объяснение, записывают определение и классификацию углеводов. Заполняют первую часть таблицы «Группы углеводов и их представители»	Познавательные: анализ, классификация, обобщение; регулятивные: ведение записей

5. Функции углеводов в клетке и организме	8 мин	Раскрывает основные функции углеводов: энергетическую, запасную, структурную, защитную, рецепторную. Объясняет, что глюкоза быстро используется клеткой для получения энергии, крахмал и гликоген являются запасными веществами, целлюлоза и хитин выполняют структурную функцию	Заполняют таблицу: функция — примеры углеводов — значение. Приводят примеры из жизни: крахмал в растениях, гликоген у животных, клетчатка в растительной пище	Познавательные: установление причинно-следственных связей; личностные: понимание значения углеводов в питании
6. Связь строения углеводов с функциями	5 мин	Показывает схему: моносахариды → дисахариды → полисахариды. Объясняет, что небольшие молекулы моносахаридов хорошо растворимы и быстро включаются в обмен веществ, а крупные молекулы полисахаридов удобны для запаса или построения структур. Подготавливает учащихся к моделированию молекул	Анализируют схему, отвечают на вопросы: почему глюкоза является быстрым источником энергии, а крахмал и гликоген — запасными веществами	Познавательные: анализ схемы, установление связи строения и функции; коммуникативные: участие в обсуждении
7. Инструктаж к работе в Avogadro	2 мин	Объясняет цель работы: построить модели молекул глюкозы и фруктозы, сравнить их состав и сделать вывод о сходстве и различиях. Напоминает основные действия в Avogadro: выбор атомов, создание связей, оптимизация геометрии. Проводит инструктаж по безопасной работе за компьютером	Слушают инструктаж, открывают программу Avogadro, получают карточку-инструкцию	Регулятивные: планирование действий, соблюдение правил; личностные: ответственная работа с ИКТ

8. Практическая работа в программе Avogadro	8 мин	Организует работу за компьютерами. Дает задание построить модели молекул глюкозы $C_6H_{12}O_6$ и фруктозы $C_6H_{12}O_6$ по образцу или инструкции. Помогает учащимся выбрать атомы С, Н, О, создать связи и выполнить оптимизацию геометрии. Обращает внимание, что одинаковая молекулярная формула не означает полностью одинаковое строение	Работают индивидуально или в парах. Создают модели глюкозы и фруктозы в Avogadro, выполняют оптимизацию геометрии, сравнивают молекулы по элементному составу и расположению атомов	Познавательные: моделирование молекул, сравнение веществ; регулятивные: выполнение алгоритма, коррекция ошибок; коммуникативные: взаимопомощь
9. Обсуждение результатов работы в Avogadro	3 мин	Просит учащихся показать готовые модели и ответить на вопросы: «Какие элементы входят в состав глюкозы и фруктозы?», «Почему эти вещества относятся к углеводам?», «Что общего и различного в их молекулах?» Подводит к выводу о значении молекулярного строения	Демонстрируют модели, отвечают на вопросы, делают вывод о сходстве состава и различиях строения глюкозы и фруктозы	Познавательные: формулирование вывода; коммуникативные: аргументация ответа; регулятивные: самооценка результата
10. Первичное закрепление	4 мин	Предлагает задание на соотнесение: глюкоза — энергетическая функция; крахмал — запасная функция у растений; гликоген — запасная функция у животных; целлюлоза — структурная функция у растений; хитин — структурная и защитная функция. Организует быструю проверку	Выполняют задание письменно или устно, проверяют ответы, исправляют ошибки, дополняют таблицу	Познавательные: применение знаний; регулятивные: контроль и коррекция; коммуникативные: обсуждение ответов

11. Итог урока и рефлексия	2 мин	Подводит итог: углеводы — важнейшие органические вещества клетки; их функции зависят от строения молекул. Предлагает закончить фразы: «Сегодня я понял(а), что углеводы...», «Работа в Avogadro помогла мне...». Сообщает домашнее задание	Формулируют выводы, оценивают свою работу на уроке, записывают домашнее задание	Регулятивные: самооценка; познавательные: обобщение; личностные: осознание значимости изученного материала
----------------------------	-------	--	---	--

Общее время: 45 минут

Таблица для заполнения учащимися

Группа углеводов	Примеры	Особенности строения	Основные функции
Моносахариды	Глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза	Одна молекула сахара; хорошо растворимы в воде; быстро включаются в обмен веществ	Энергетическая; участие в построении нуклеиновых кислот
Дисахариды	Сахароза, лактоза, мальтоза	Состоят из двух остатков моносахаридов	Энергетическая; транспортная у растений
Полисахариды	Крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин	Крупные молекулы, состоящие из большого числа остатков моносахаридов	Запасающая, структурная, защитная
Углеводы на поверхности клеток	Гликопротеины, гликолипиды	Углеводные цепи связаны с белками или липидами мембраны	Рецепторная, сигнальная, распознавание клеток

Задание в программе Avogadro

Цель: создать молекулярные модели углеводов и сравнить их элементный состав и особенности строения.

1. Откройте программу Avogadro.
2. Постройте модель молекулы глюкозы $C_6H_{12}O_6$ по предложенному образцу или инструкции.
3. Постройте модель молекулы фруктозы $C_6H_{12}O_6$ по предложенному образцу или инструкции.

4. Выполните оптимизацию геометрии молекул.
5. Определите, какие химические элементы входят в состав обеих молекул.
6. Сравните модели глюкозы и фруктозы: что у них общего и чем они отличаются?
7. Сделайте вывод о том, почему молекулярное строение важно для понимания свойств и функций углеводов.

Критерии оценивания работы учащихся

Вид работы	Критерии
Работа на этапе актуализации знаний	Учащийся участвует в беседе, правильно определяет углеводы среди органических веществ клетки
Заполнение таблицы «Группы углеводов и их функции»	Таблица заполнена аккуратно; указаны группы углеводов, примеры, особенности строения и функции
Работа в программе Avogadro	Построены модели глюкозы и фруктозы; выполнена оптимизация; учащийся сравнивает молекулы по составу и строению
Ответы при обсуждении результатов	Учащийся объясняет, какие элементы входят в состав углеводов, и связывает строение молекул с их функциями
Итоговый вывод	Учащийся формулирует вывод о значении углеводов для клетки и организма

Предмет	биология
Класс	10
Тема урока	«Проверка знаний по разделу “Глава 1. Молекулярный уровень”»
Раздел	Глава 1. Молекулярный уровень
Тип урока	урок обобщения, систематизации и контроля знаний
Форма урока	интеллектуальная командная игра
Средство ИКТ	программа Si-Game для проведения учебной игры
Продолжительность	40 минут

Цель урока

Проверить, обобщить и систематизировать знания обучающихся по разделу «Молекулярный уровень» через игровую форму работы с использованием программы Si-Game.

Задачи урока

Образовательные:

- проверить знания учащихся о химическом составе клетки;
- закрепить представления о строении и функциях воды, минеральных солей, белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот и АТФ;
- выявить уровень усвоения ключевых понятий раздела;
- сформировать умение применять биологические знания при выполнении заданий разного уровня сложности.

Развивающие:

- развивать логическое мышление, внимание, память и скорость принятия решений;
- формировать умение анализировать вопрос и выделять существенные признаки биологических объектов и процессов;
- развивать навыки командной работы, аргументации и учебного диалога;
- повышать познавательный интерес к биологии через использование игровых и цифровых технологий.

Воспитательные:

- воспитывать уважительное отношение к мнению одноклассников;
- формировать ответственность за общий результат команды;
- развивать культуру интеллектуального соревнования и соблюдения правил игры.

Планируемые результаты

Предметные результаты:

- обучающиеся называют основные химические элементы и вещества, входящие в состав клетки;
- различают органические и неорганические вещества клетки;
- объясняют функции воды, минеральных солей, белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот и АТФ;
- характеризуют связь строения биологических молекул с выполняемыми функциями;
- применяют знания раздела при выполнении игровых заданий.

Метапредметные результаты:

- анализируют содержание вопроса и выбирают способ ответа;
- работают с информацией, представленной в текстовой, схематической и игровой форме;
- распределяют роли в команде и принимают коллективное решение;
- аргументируют ответ и оценивают правильность выполненного задания.

Личностные результаты:

- проявляют интерес к изучению молекулярных основ жизни;
- понимают значение знаний о химическом составе клетки для объяснения процессов жизнедеятельности;
- соблюдают нормы уважительного общения в ходе командной игры.

Формируемые УУД

- Познавательные: анализ, сравнение, классификация, установление причинно-следственных связей, применение знаний в новой ситуации.
- Регулятивные: постановка цели, планирование действий, контроль времени, самоконтроль, оценка результата.
- Коммуникативные: работа в команде, распределение ролей, аргументация ответа, умение слушать собеседника.
- Личностные: ответственное отношение к учебной деятельности, уважение к участникам игры, принятие правил интеллектуального соревнования.

Оборудование и ресурсы

- компьютер учителя;
- проектор или интерактивная доска;
- программа Si-Game;
- заранее подготовленный пакет вопросов по разделу «Молекулярный уровень»;
- таблица для фиксации баллов;
- карточки с названиями команд;
- тетради учащихся;
- таймер.

Особенности организации урока

Урок проводится в формате интеллектуальной командной игры. Класс делится на 3–4 команды. В программе Si-Game создаются тематические категории вопросов по разделу «Молекулярный уровень». Вопросы имеют разную стоимость в баллах в зависимости от сложности. Команды по очереди выбирают категорию и стоимость вопроса, обсуждают ответ и озвучивают его через капитана или выбранного участника команды.

Вопросы могут включать определения, задания на соответствие, анализ функций веществ, вопросы с изображениями молекул или схем. Учитель выступает ведущим игры, фиксирует баллы, контролирует соблюдение правил и комментирует сложные задания.

Ход урока

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
1. Организационный момент	2 мин	Приветствует учащихся, проверяет готовность класса к уроку. Сообщает, что урок пройдет в формате интеллектуальной игры с использованием программы Si-Game	Приветствуют учителя, готовятся к работе, занимают места по командам	Регулятивные: организация рабочего места, настрой на учебную деятельность
2. Сообщение темы, цели и правил игры	4 мин	Объявляет тему урока: «Проверка знаний по разделу “Молекулярный уровень”». Объясняет цель игры. Знакомит с правилами: команда выбирает категорию и стоимость вопроса, обсуждает ответ, получает баллы за правильный ответ. При неполном ответе возможно начисление части баллов	Слушают правила, задают уточняющие вопросы, выбирают капитана команды, распределяют роли внутри группы	Регулятивные: принятие учебной задачи; коммуникативные: распределение ролей, готовность к сотрудничеству
3. Актуализация знаний перед игрой	4 мин	Проводит короткую фронтальную беседу: «Какие вещества входят в состав клетки?», «Какие вещества относятся к органическим?», «Почему молекулярный уровень важен для жизни клетки?»	Отвечают на вопросы, вспоминают основные понятия раздела, приводят примеры органических и неорганических веществ клетки	Познавательные: актуализация знаний; коммуникативные: участие в беседе, формулирование ответа
4. Основной этап: игра в Si-Game	22 мин	Запускает игру в программе Si-Game, демонстрирует игровое поле на экране. Следит за соблюдением очередности, включает вопросы, фиксирует баллы команд. При необходимости задает	Команды выбирают категории и вопросы, обсуждают ответ в течение установленного времени, озвучивают решение, аргументируют свою позицию. Участники команды	Познавательные: применение знаний, анализ вопросов, установление связей; коммуникативные: работа в группе, аргументация;

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
		уточняющие вопросы и кратко поясняет правильный ответ	помогают друг другу вспомнить термины и факты	регулятивные: контроль времени и действий
5. Разбор сложных вопросов	4 мин	Возвращается к вопросам, вызвавшим затруднения. Объясняет правильные ответы, обращает внимание на типичные ошибки: смешение функций органических веществ, неверное определение мономеров, неточности в характеристике АТФ и нуклеиновых кислот	Слушают объяснение, исправляют ошибки, делают краткие записи в тетради, задают вопросы по непонятным заданиям	Познавательные: коррекция знаний, уточнение понятий; регулятивные: осознание ошибок и способов их исправления
6. Подведение итогов игры	2 мин	Подсчитывает баллы, объявляет команду-победителя. Отмечает активность учащихся, качество ответов и уровень подготовки класса	Сравнивают результаты, оценивают вклад своей команды, отмечают наиболее успешные ответы	Регулятивные: оценка результата; личностные: принятие успеха и неудачи, уважение к соперникам
7. Рефлексия	2 мин	Предлагает учащимся закончить фразы: «Сегодня я повторил(а)...», «Самым сложным для меня было...», «Лучше всего я понял(а)...»	Формулируют личные итоги урока, называют трудные и понятные темы, определяют, что необходимо повторить перед дальнейшим изучением курса	Регулятивные: самооценка; личностные: осознание результатов обучения; коммуникативные: выражение собственного мнения

Содержания игры в Si-Game

Ниже приведен пример игрового поля. При необходимости количество категорий и стоимость вопросов можно изменить в зависимости от уровня подготовки класса.

Категория	100 баллов	200 баллов	300 баллов	400 баллов	500 баллов
Химический состав клетки	Назовите четыре органогенных элемента клетки	Какие вещества клетки относятся к неорганическим?	Почему углерод является основой органических веществ?	Чем макроэлементы отличаются от микроэлементов?	Объясните значение химического состава клетки для жизнедеятельности организма
Вода и минеральные соли	Какое вещество составляет основную часть массы клетки?	Назовите одну функцию воды в клетке	Почему вода является хорошим растворителем?	Какую роль играют минеральные соли?	Почему нарушение водно-солевого баланса опасно для организма?
Углеводы и липиды	Назовите основной источник энергии для клетки	Какую функцию выполняет глюкоза?	Чем крахмал отличается от гликогена?	Почему липиды являются энергоемкими веществами?	Сравните энергетическую и строительную функции углеводов и липидов
Белки	Из каких мономеров состоят белки?	Как называется связь между аминокислотами?	Назовите две функции белков	Почему ферменты относят к белкам?	Почему нарушение структуры белка приводит к потере его функции?
Нуклеиновые кислоты	Какие нуклеиновые кислоты вы знаете?	Из каких компонентов состоит нуклеотид?	Где в клетке находится ДНК?	Чем ДНК отличается от РНК?	Объясните роль нуклеиновых кислот в хранении и передаче наследственной информации

Категория	100 баллов	200 баллов	300 баллов	400 баллов	500 баллов
АТФ и энергия клетки	Что такое АТФ?	Какую функцию выполняет АТФ?	Где запасается энергия в молекуле АТФ?	Почему АТФ называют универсальным источником энергии клетки?	Объясните связь между органическими веществами клетки и образованием АТФ

Правила игры для учащихся

1. Класс делится на команды, каждая команда выбирает капитана.
2. Команды по очереди выбирают тему и стоимость вопроса.
3. На обсуждение ответа дается 20–30 секунд.
4. Ответ озвучивает капитан или выбранный участник команды.
5. За правильный ответ команда получает указанное количество баллов.
6. За неполный ответ учитель может начислить часть баллов.
7. Побеждает команда, набравшая наибольшее количество баллов.
8. Во время игры необходимо соблюдать уважительное отношение к другим командам.

Критерии оценивания

Вид деятельности	Критерии
Участие в игре	Активность, соблюдение правил, готовность отвечать на вопросы, участие в обсуждении
Командная работа	Умение слушать участников команды, распределять роли, принимать общее решение
Ответы на вопросы	Правильность, полнота, биологическая грамотность, использование терминов

Аргументация	Умение объяснить выбранный ответ, привести пример или обоснование
Рефлексия	Способность оценить свои знания и определить темы, требующие повторения

Предмет: биология

Класс: 11

Тема урока: «Эволюция человека»

Тип урока: комбинированный урок с элементами практической работы и цифровой проверки знаний

Форма урока: беседа, работа с 3D-моделями, фронтальное обсуждение, онлайн-тестирование

Продолжительность: 40 минут

Средства ИКТ: сервис VOKA и сервис Яндекс.Формы

Цель урока

Сформировать у учащихся представление об основных этапах эволюции человека, антропогенезе и анатомических признаках, связанных с прямохождением, развитием головного мозга и трудовой деятельностью, с использованием цифрового сервиса VOKA и последующей проверкой знаний через Яндекс.Формы.

Задачи урока

Образовательные:

- раскрыть понятия «антропогенез», «гоминиды», «австралопитеки», «человек умелый», «человек прямоходящий», «неандерталец», «человек разумный»;
- рассмотреть основные этапы эволюции человека;
- выявить признаки сходства человека с животными и отличия человека от человекообразных обезьян;
- показать анатомические особенности человека, связанные с прямохождением, развитием кисти и увеличением объёма головного мозга;
- организовать работу учащихся с 3D-моделями в сервисе VOKA;
- провести проверку знаний с помощью Яндекс.Формы.

Развивающие:

- развивать умение анализировать и сравнивать биологические объекты;
- формировать навык работы с цифровыми образовательными ресурсами;
- развивать умение устанавливать причинно-следственные связи между образом жизни древних людей и изменениями в строении тела;

- развивать логическое мышление и способность делать выводы на основе визуального материала.

Воспитательные:

- формировать научное мировоззрение;
- воспитывать интерес к изучению происхождения и развития человека;
- развивать уважительное отношение к научным фактам и доказательствам эволюции;
- формировать ответственное отношение к выполнению индивидуальной проверочной работы.

Планируемые результаты

Предметные результаты:

- объясняют сущность антропогенеза;
- называют основные этапы эволюции человека;
- характеризуют признаки древнейших и древних людей;
- объясняют значение прямохождения, развития руки и головного мозга в эволюции человека;
- приводят доказательства происхождения человека от общих предков с человекообразными обезьянами;
- определяют анатомические особенности человека по 3D-моделям.

Метапредметные результаты:

- анализируют информацию из разных источников;
- сравнивают анатомические признаки;
- работают с цифровой 3D-моделью;
- формулируют выводы;
- выполняют онлайн-тестирование и оценивают собственный результат.

Личностные результаты:

- осознают место человека в системе органического мира;
- понимают значение эволюционного подхода в биологии;
- проявляют интерес к изучению происхождения человека;
- соблюдают правила работы с цифровыми сервисами.

Формируемые УУД

Познавательные: анализ, сравнение, классификация, установление причинно-следственных связей, работа с визуальной информацией.

Регулятивные: постановка учебной задачи, планирование работы, контроль времени, самооценка результата.

Коммуникативные: участие в обсуждении, аргументация ответа, работа в парах или малых группах.

Личностные: формирование научного мировоззрения, ответственное отношение к учебной деятельности.

Оборудование и ресурсы

- компьютер учителя;
- проектор или интерактивная доска;
- компьютеры, планшеты или смартфоны учащихся;
- доступ в интернет;
- сервис VOKA;
- сервис Яндекс.Формы;
- заранее подготовленный онлайн-тест по теме «Эволюция человека»;
- презентация к уроку;
- изображения или схемы этапов антропогенеза;
- рабочий лист учащегося;
- таблица «Основные этапы эволюции человека».

Ход урока

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
1. Организационный момент	1 мин	Приветствует учащихся, проверяет готовность класса к уроку. Сообщает, что на уроке будут использоваться цифровые сервисы VOKA и Online Test Pad	Приветствуют учителя, готовят тетради, рабочие листы и устройства для работы	Регулятивные: организация рабочего места, настрой на учебную деятельность
2. Мотивация и постановка проблемы	3 мин	Демонстрирует изображения современного человека, неандертальца и человекообразной обезьяны. Задаёт вопросы: «Почему человек отличается от других приматов?», «Какие признаки позволили человеку занять особое место в природе?»	Высказывают предположения: прямохождение, речь, труд, развитие мозга, использование орудий. Формулируют проблему урока	Познавательные: актуализация знаний; коммуникативные: выражение собственного мнения
3. Актуализация знаний	4 мин	Проводит краткую беседу: вспоминает понятия «эволюция», «естественный отбор», «наследственная изменчивость», «адаптация». Подводит учащихся к понятию антропогенеза	Отвечают на вопросы, вспоминают основные эволюционные понятия, записывают термин «антропогенез»	Познавательные: воспроизведение ранее изученного материала; регулятивные: включение в учебную задачу

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
4. Изучение нового материала: основные этапы эволюции человека	8 мин	Объясняет основные этапы антропогенеза: древнейшие предки человека, австралопитеки, человек умелый, человек прямоходящий, неандертальцы, кроманьонцы, современный человек. Показывает схему эволюции человека	Слушают объяснение, заполняют таблицу «Этапы эволюции человека»: представитель — особенности строения — образ жизни — значение в эволюции	Познавательные: анализ и систематизация информации; регулятивные: ведение записей
5. Работа с сервисом VOKA: анатомические признаки человека	10 мин	Организует работу с 3D-моделями в VOKA. Предлагает рассмотреть череп, позвоночник, таз, кисть и стопу человека. Обращает внимание на признаки прямохождения: S-образный позвоночник, чашевидный таз, сводчатая стопа, положение затылочного отверстия, развитие кисти	Работают с 3D-моделями фронтально или в парах. Рассматривают элементы скелета, фиксируют признаки, связанные с прямохождением и трудовой деятельностью. Заполняют рабочий лист	Познавательные: работа с 3D-моделью, сравнение, выделение признаков; коммуникативные: обсуждение в парах; регулятивные: выполнение задания по алгоритму
6. Обсуждение результатов работы с VOKA	4 мин	Задаёт вопросы: «Почему форма таза важна для прямохождения?», «Как строение стопы связано с передвижением?», «Почему развитие кисти было важно для трудовой деятельности?» Корректирует ответы учащихся	Отвечают на вопросы, формулируют выводы о связи строения тела человека с образом жизни и эволюционными изменениями	Познавательные: установление причинно-следственных связей; коммуникативные: аргументация ответа

Этап урока	Время	Деятельность учителя	Деятельность обучающихся	Формируемые УУД
7. Первичное закрепление материала	3 мин	Предлагает выполнить устное задание: соотнести признаки с их эволюционным значением. Например: «свод стопы — прямохождение», «увеличение объёма мозга — развитие мышления», «противопоставленный большой палец — трудовая деятельность»	Выполняют задание устно, объясняют выбранные соответствия	Познавательные: классификация и применение знаний; регулятивные: самоконтроль
8. Проверка знаний через Яндекс Формы	5 мин	Даёт учащимся ссылку или QR-код на тест. Объясняет правила выполнения: работать индивидуально, выбрать один или несколько правильных ответов, после завершения отправить результат	Проходят онлайн-тестирование в Яндекс.Формы. Отвечают на вопросы по теме урока	Регулятивные: контроль выполнения задания; познавательные: применение знаний; личностные: ответственность за результат
9. Итог урока и рефлексия	2 мин	Подводит итог: эволюция человека связана с прямохождением, развитием мозга, руки, речи и трудовой деятельности. Предлагает закончить фразы: «Сегодня я понял(а)...», «Самым интересным было...», «Мне было сложно...»	Формулируют выводы, оценивают свою работу на уроке, называют наиболее трудные вопросы	Регулятивные: самооценка; личностные: осознание результата обучения

Общее время: 40 минут

Рабочий лист для учащихся

Задание 1. Заполните таблицу

Представитель	Основные признаки	Образ жизни	Значение в эволюции человека
Австралопитек			
Человек умелый			
Человек прямоходящий			
Неандерталец			
Кроманьонец			

Задание 2. Работа с VOKA

Рассмотрите 3D-модели частей скелета человека и заполните таблицу.

Объект для изучения	Что нужно рассмотреть	Какое эволюционное значение имеет признак
Череп	Положение затылочного отверстия, размер мозгового отдела	Связь с прямохождением и развитием головного мозга
Позвоночник	S-образные изгибы	Амортизация и поддержание вертикального положения тела
Таз	Широкая чашевидная форма	Поддержка внутренних органов при прямохождении

Объект для изучения	Что нужно рассмотреть	Какое эволюционное значение имеет признак
Кисть	Развитие большого пальца, подвижность пальцев	Захват предметов, изготовление и использование орудий
Стопа	Сводчатое строение	Передвижение на двух ногах, амортизация при ходьбе

Вопросы для Яндекс.Формы

1. Что такое антропогенез?
 - а) индивидуальное развитие организма; б) историческое развитие человека; в) развитие растений; г) деление клетки.
2. Какой признак является важнейшим для перехода к прямохождению?
 - а) наличие хвоста; б) S-образный позвоночник; в) уменьшение кисти; г) отсутствие свода стопы.
3. Какое значение имело развитие кисти человека?
 - а) ухудшило передвижение; б) позволило изготавливать и использовать орудия труда; в) уменьшило объём мозга; г) сделало невозможной трудовую деятельность.
4. К древнейшим людям относят:
 - а) человека умелого; б) современного человека; в) только кроманьонцев; г) только неандертальцев.
5. Какой фактор сыграл важную роль в эволюции человека?
 - а) трудовая деятельность; б) отсутствие общения; в) неподвижный образ жизни; г) исчезновение наследственности.
6. Какой признак связан с развитием головного мозга?
 - а) увеличение мозгового отдела черепа; б) уменьшение черепной коробки; в) исчезновение позвоночника; г) отсутствие кисти.
7. Почему человек относится к классу Млекопитающие?
 - а) имеет клеточную стенку; б) вскармливает потомство молоком; в) размножается спорами; г) не имеет позвоночника.
8. Какое значение имела речь в эволюции человека?
 - а) способствовала передаче опыта и развитию общества; б) мешала совместной деятельности; в) замедляла развитие мышления; г) не имела значения.

9. Какая особенность стопы человека связана с прямохождением?

а) сводчатое строение; б) отсутствие пальцев; в) наличие когтей; г) полная неподвижность.

10. Какая последовательность отражает усложнение форм человека?

а) современный человек — австралопитек — человек умелый; б) австралопитек — человек умелый — человек прямоходящий — человек разумный; в) человек разумный — неандерталец — австралопитек; г) кроманьонец — австралопитек — человек умелый.

Критерии оценивания

Вид деятельности	Критерии
Работа на этапе изучения нового материала	Учащийся понимает основные этапы эволюции человека, правильно использует биологические термины
Работа с VOKA	Учащийся рассматривает 3D-модели, выделяет анатомические признаки, связывает строение органов с эволюционным значением
Заполнение рабочего листа	Таблицы заполнены логично, признаки указаны верно, выводы соответствуют теме урока
Участие в обсуждении	Учащийся аргументирует ответы, участвует в беседе, корректно взаимодействует с одноклассниками
Тест Яндекс.Формы	Оценка выставляется по проценту правильных ответов

Шкала оценивания теста Яндекс.Формы

Результат	Оценка
90–100%	«5»
70–89%	«4»
50–69%	«3»
Менее 50%	«2»