

Научная статья
УДК 531.5
ББК 22.313
ГРНТИ 29.05.41
ВАК 01.04.02
PACS 04.20.Cv

Исследование средств наглядности в курсе физики одиннадцатого класса лицея

Е. Е. Волкова  ¹

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071,
Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 27 июня 2022 года
После переработки 28 июня 2022 года
Опубликована 5 сентября 2022 года

Аннотация. Проведено исследование основных средств наглядности в курсе физики в одиннадцатом классе лицея. Выполнена разработка комплексного использования средств наглядности для осуществления активизации познавательной деятельности учащихся по физике. Представлены результаты педагогического эксперимента по апробации средств наглядности на занятии в курсе физики старшей школы. По итогам обработки результатов педагогического эксперимента показано, что уроки физики с использованием средств наглядности эффективнее, полученная учениками теоретическая информация по физике лучше усваивается и запоминается, а также повышается активность и самостоятельность учащихся в процессе познавательной деятельности в процессе обучения физике. Показано, что если средства наглядности применять комплексно при изучении физики, то активность и самостоятельность учащихся в процессе обучения физике повысятся. По результатам педагогического эксперимента сделан вывод о необходимости оптимального использования средств наглядного обучения на уроках физики.

Ключевые слова: физика, процесс обучения физике, урок физики, школа, средства наглядности, познавательная деятельность, педагогический эксперимент

Введение

В последнее время снова стала актуальной проблема использования наглядности в учебном процессе. Это объясняется несколькими причинами. Значительно увеличилась область применения средств наглядности, усложнился их инвентарь. Требования к применению наглядности в учебном процессе являются двойственными. Главной задачей наглядности считается базирование развития мышления обучающихся на чувственно-наглядных эмоциях, в поиске связи школьной деятельности с жизнью. Важнейшим организующим положением в ходе обучения и всей целостной педагогической работы считается принцип наглядности. Это один из наиболее популярных и понятных принципов учебной деятельности, который применяется с древнейших времён. Область

¹E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

использования наглядных средств в процессе обучения никем ещё чётко не установлена. Как демонстрирует практическая деятельность, наглядные средства используются как при комплексном, так и при аспектном обучении, расширяясь и углубляясь. Эффективность обучения находится в зависимости от степени привлечения к восприятию абсолютно всех органов эмоционального восприятия человека. Чем более многообразны эмоциональные восприятия учебного материала, тем выше познавательная активность обучающихся и тем более крепкое его усвоение. Данная закономерность уже давно нашла своё выражение в дидактическом принципе наглядности, в подтверждение которого внесли значительный вклад Я. А. Коменский, И. Г. Песталоцци, К. Д. Ушинский.

Целью исследования является разработка и анализ средств наглядности и использование их в курсе физики старшей школы. Задачи исследования включают в себя теоретическое обоснование использования наглядности в курсе физики старшей школы, анализ методических приёмов использования метода наглядности на уроках физики в старшей школе, разработку комплексного использования средств наглядности для осуществления активизации познавательной деятельности учащихся по физике, описание результатов педагогического эксперимента по использованию разнообразных наглядных средств обучения физике в одиннадцатом классе старшей школы.

Объектом исследования является образовательный процесс по физике в старшей школе. Предметом исследования является использование метода наглядности на уроках физики в старшей школе.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что созданные методические материалы по теме, связанной с построением изображений и хода лучей при преломлении света, построении изображений в линзах, которая изучается в курсе физики старшей школы, могут быть использованы в создании новой методологии обучения геометрической оптике в курсе физики старшей школы, пополнении научной базы актуальными методическими материалами по преподаванию геометрической оптики, выявление особенностей изучения построения изображений и хода лучей при преломлении света, построения изображений в линзах, систематизации и анализе научно-методических данных по теории и методике преподавания геометрической оптики в курсе физики старшей школы.

Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты работы могут быть использованы в качестве дополнительного материала по геометрической оптике при подготовке к урокам физики в старшей школе.

Обзор работ по средствам наглядности в физике

В последние годы педагоги всё больше осознают использование и преимущества наглядных пособий в процессе обучения. С популяризацией и продвижением новых визуальных техник пришло убеждение, что образный визуальный подход, привязанный к изображениям реального мира, гораздо более эффективен с педагогической точки зрения, чем бесцветная структура мира с точки зрения традиционного подхода. В наглядном пособии решается важная задача донесения до учащихся сложных понятийных представлений в виде упрощенных понятных представлений. Эта роль наглядных пособий давно известна учителям физики, и они внесли важный вклад в искусство визуального представления, которое практикуется сегодня. Одним из старейших и наиболее эффективных наглядных пособий, используемых учителями физики в прошлом, является векторная стрелка. При этом понятие физической величины, обладающей направленной величиной, визуализируется путём изображения размера и направления величины в виде масштабированной направленной стрелки. Векторная стрелка — идеальный пример наглядного пособия. Это материальное представление абстрактной математической концепции вектора. Однако до недавнего времени использование в классе

техники векторных стрелок ограничивалось классной доской и печатными страницами. Теперь, к счастью, с появлением проекции с высоты птичьего полета эффективность векторной стрелки как визуального средства может быть значительно увеличена [1].

В статье [2] показано, что находчивое использование наглядных пособий на уроках физики всегда активизирует учащихся. Учащиеся часто склонны мало внимания уделять практической стороне физики, потому что практические и графические исследования редко проводятся в школах. В исследовании анализируются различные формы практических и графических съёмок, их сближение с отдельными работами учащихся. Продемонстрировано, что активизация учащихся с помощью классной доски, надписей по физике и аналогий, сравнения отдельных явлений с подобными явлениями. Представлено описание универсального устройства, предназначенного для демонстрации переменных токов, электромагнитных колебаний и контурных явлений. Исследование также включает анализ применения фронтального эксперимента и различных наборов натуральных частей. Ученики активно работают, когда используются поворотные столы. Приведено описание таблицы по строению атома.

Аудиовизуальное обучение как современный метод обучения играет все более важную роль в современном образовании. Благодаря своим выдающимся преимуществам интуиции, наглядности, наглядности и обилию информации аудиовизуальное обучение нашло широкое применение в современной педагогической деятельности. В сочетании с практическим опытом преподавания в работе [3] были разработаны несколько аспектов, включая ведущую роль учителей в ходе курса аудиовизуального обучения, создание мультимедийных учебных программ и некоторые важные проблемы аудиовизуального обучения для преподавания физики в колледже. В соответствии с характеристиками курса физики в колледже в работе [3] подчеркивается необходимость сочетания аудиовизуального обучения и традиционных методов обучения. Оба упомянутых выше метода должны использовать свои сильные стороны и избегать своих слабых сторон, чтобы повысить качество преподавания курса физики в колледже.

В статье [4] представлены результаты исследования, целью которого является изготовление брикетов в качестве учебных пособий для улучшения навыков научного процесса студентов. Дизайн исследования, использованный в этом исследовании, заключался в использовании экспериментальных методов. Одним из методов обучения, который может быть использован для формирования у учащихся навыков научного процесса, является экспериментальный метод. В этом исследовании учащиеся утилизируют сельскохозяйственные отходы и плантации вокруг школы. Затем из отходов делают брикеты. В этом исследовании использовались отходы отходов рисовой шелухи, кожи дуриана и кокосового волокна. После этого результаты брикетов будут оцениваться как реализуемость учебных пособий. Результаты аффективной и психомоторной оценки студентов показывают отличные результаты. Среди них: классический аффективный средний балл для первой группы составляет 82.80, для второй группы составляет 87.20, а для третьей группы составляет 85.20. В то время как классический средний психомоторный балл для первой группы составляет 82.80, второй группы составляет 86.20, а третьей группы составляет 84.20.

Использование визуальных представлений (то есть фотографий, диаграмм, моделей) было частью науки, и их использование позволяет учёным взаимодействовать и представлять сложные явления, не наблюдаемые другими способами. Несмотря на множество исследований в области естественнонаучного образования, посвященных визуальным репрезентациям, акцент в таких исследованиях в основном делался на концептуальном понимании при использовании визуальных репрезентаций, а не на визуальных репрезентациях как эпистемических объектах. В статье [5] утверждается, что, позиционируя визуальные представления как эпистемические объекты научной прак-

тики, научное образование может вновь обратить внимание на то, как визуализация способствует формированию научных знаний с точки зрения учащихся. В статье [5] для обсуждения роли визуализации сначала представлено тематическое исследование открытия структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты, которая выдвигает на первый план эпистемологические компоненты визуальной информации в науке. Второй пример фокусируется на использовании Фарадеем магнитных силовых линий. Фарадей известен своим исследовательским, творческим и в то же время систематическим способом экспериментирования, и визуальное рассуждение, ведущее к теоретическому развитию, было неотъемлемой частью экспериментирования. В-третьих, прослеживается современное научное объяснение, в котором основное внимание уделяется экспериментальной практике и тому, как воспроизводимость экспериментальных процедур может быть усилена с помощью видеоданных. Предполагается, что при обучении науке акцент в визуализации должен сместиться с когнитивного понимания – использования продуктов науки для понимания содержания – на участие в процессах визуализации. Кроме того, в статье [5] предполагается, что важно разрабатывать учебные материалы и среду обучения, которые создают социальный и эпистемологический контекст, и предлагать учащимся заниматься практикой визуализации в качестве доказательства, рассуждения, экспериментальной процедуры или средства коммуникации и размышлять над этими практиками. Последствия для педагогического образования включают потребность в программах профессионального развития учителей, чтобы проблематизировать использование визуальных представлений как эпистемологических объектов, которые являются частью научной практики.

Когда учащиеся с нарушениями зрения посещают обычную среднюю школу, им необходимы дополнительные материалы, чтобы помочь им понять принципы физики. У учителей мало времени на разработку учебных материалов для таких учащихся. Слабовидящие учащиеся на обычных уроках физики в старших классах часто используют учебник по физике, напечатанный шрифтом Брайля. В статье [6] оценивается использование пересмотренного учебника Брайля, рельефных рисунков и трёхмерных моделей. Исследование было посвящено теме звука в десятом классе. Ранее оценивали среду обучения физике слепого старшеклассника в обычной голландской средней школе.

Результаты педагогического эксперимента

Так как целью работы является изучение средств наглядности и разработка методики комплексного использования средств наглядности, а также использование средств наглядности в курсе физики общеобразовательной школы, то был проведен педагогический эксперимент по физике с использованием средств наглядности. Педагогический эксперимент проводился среди учеников 11 класса лицея ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова» в городе Ульяновске в 2021-2022 учебном году. Во время педагогического эксперимента в 11 В классе обучалось 22 человека. В 11 В классе было 15 мальчиков и 7 девочек во время педагогического эксперимента. В 11 В классе в 2021-2022 учебном году была реализована программа технологического профиля. В 11 В классе преподавание физики проводилось по углубленной программе обучения. Суть педагогического эксперимента заключается в активизации познавательной деятельности учащихся путём комплексного применения средств наглядности на уроках физики. По результатам педагогического эксперимента проведено сравнение успеваемости и активности обучающихся в 11 В классе учащихся до начала и после окончания педагогического эксперимента.

Гипотеза исследования состоит в том, что если средства наглядности при изучении физики применять комплексно по принципу «от абстрактного к конкретному», «от общего к частному», то активность и самостоятельность учащихся в процессе обучения

физике повысятся.

В ходе педагогического эксперимента на уроках по физике с применением средств наглядности планировалось повысить степень доступности и понятности излагаемого теоретического материала по физике для учащихся одиннадцатого класса. В ходе педагогического эксперимента на уроках по физике в процессе создания наглядного образа физического объекта развиваются память и мышление учащихся одиннадцатого класса. Образ физического объекта становится наглядным тогда, когда ученики анализируют и осмысливают физический объект, соотносят с имеющимися теоретическими знаниями о физическом объекте. В ходе проведения педагогического эксперимента по физике были разработаны и использованы на уроках различные элементы наглядных средств обучения. Были использованы различные объёмные пособия, функция которых ознакомление учащихся с предметами, где объёмные изображения играют важную роль для восприятия. На уроке, темой которого являлась «Линзы. Построение изображения в линзах», рассматривали собирающие и рассеивающие линзы, выясняли положение изображения в зависимости от типа линзы. Наглядные пособия с линзами помогли ученикам выяснить положение изображения в зависимости от типа линзы. Часто были использованы печатные пособия, а именно портреты учёных. Использование на уроках физики портретов учёных необходимо только лишь потому, что современный школьный курс физики призван не только для того чтобы сформировать у учащихся базовые знания о предмете, но и для того чтобы учащиеся были всесторонне развиты и без проблем могли найти взаимосвязь физики с различными предметами. В завершении изучения свойств физических линз для обобщения и систематизации полученных знаний составляли схемы и заполняли таблицы по видам изображений в зависимости от расположения предмета и типов линз. В ходе педагогического эксперимента на уроках физики с использованием наглядных материалов использовался проекционный материал, а именно фрагменты видеофильмов и слайды презентации по геометрической оптике. Фрагменты видеофильмов могут служить хорошими помощниками, они значительно упрощают проведение урока и помогают более точно донести информацию до учащихся. Видеофильмы создают эффект полного погружения и помогают разобраться суть физического явления изнутри, и стать его непосредственным «участником». В ходе педагогического эксперимента по физике старались не злоупотреблять использованием видеоматериалов и показывать учащимся видеофильмы о физических явлениях и приборах, которые нельзя осуществить в масштабах класса. Но чаще всего на уроках физики был использован словесный вид наглядности. Например, вывод формул с использованием только доски и мела или же словесное описание физического явления. Главной функцией этого вида наглядности является развитие абстрактного мышления.

В ходе педагогического эксперимента на уроках с применением наглядных средств обучения физике использовались традиционные средства наглядности такие, как демонстрационный эксперимент по наблюдению увеличения изображения линзой и измерению фокусного расстояния линзы, классная доска для записи формул тонкой линзы и увеличения линзы, физические модели для описания распространения света в геометрической оптике, таблицы с видами линз и оптических приборов, схемы хода лучей в оптических приборах. В ходе педагогического эксперимента на уроках с применением наглядных средств обучения физике использовались современные средства наглядности такие, как презентация по оптическим явлениям в линзах и зеркалах, видеоматериалы по геометрической оптике и построению изображений в линзах, презентация для интерактивной доски для контроля знаний по распространению света в линзах.

Исходя из полученных данных, построены графики изменения активности учащихся от применения на уроке наглядных средств обучения физике, которые представлены на рис. 1 и рис. 2. На рис. 1 изображён график изменения активности учащихся на

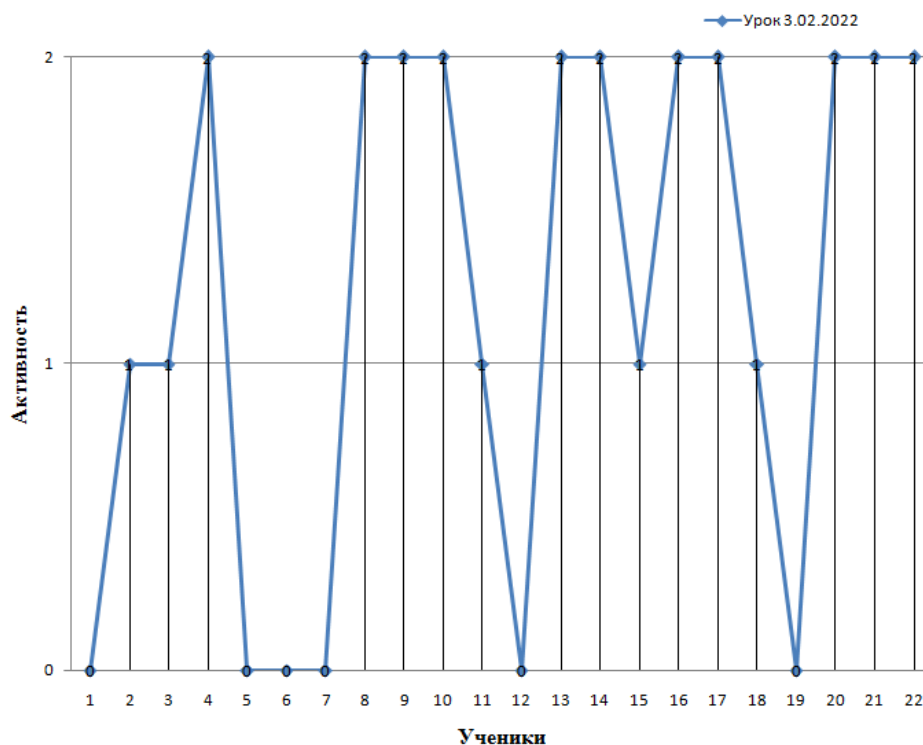


Рис. 1. График изменения активности учащихся от применения на уроке без применения наглядных средств обучения физике.

уроке физики без применения наглядных средств обучения физике. На рис. 1 цифра 0 означает что, ученик не выполнил домашнее задание и не работал на уроке, либо отсутствовал, 1 – либо выполнил домашнее задание, либо работал на уроке, 2 – выполнил домашнее задание и работал на уроке физики.

На уроке, проведенном 3.02.2022, абсолютная успеваемость составила 72.7%, качественная успеваемость составила 54.6%. На уроке, проведенном 3.02.2022, степень обученности учащихся составила 54.60%, что свидетельствует о конструктивном уровне обученности. Достижение конструктивного уровня обученности позволяет реализовывать достаточный уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по геометрической оптике. На уроке, проведенном 3.02.2022, высший уровень требований составляет 51.3%, средний уровень требований составляет 30.2%, низкий уровень требований составляет 14.9%. На уроке, проведенном 3.02.2022, среднее значение отметок составляет 3.182. На уроке, проведенном 3.02.2022, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 1.639. На уроке, проведенном 3.02.2022, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 2.545, что меньше, чем критическое теоретическое значение хи-квадрат для уровня значимости 0.01 и числа степеней свободы 5, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

На рис. 2 изображён график изменения активности учащихся на уроке с применением наглядных средств обучения физике. В результате проведенного эксперимента средняя активность без применения средств наглядности составила 1.23, средняя активность с применением средств наглядности составила 1.41. Это доказывает, что с применение наглядных средств обучения общая активность учеников увеличивается.

Исходя из данных, полученных в ходе педагогического эксперимента, построены графики изменения успеваемости учащихся от применения на уроке физики наглядных средств обучения. На рис. 3 изображён график успеваемости учащихся на уроке физики

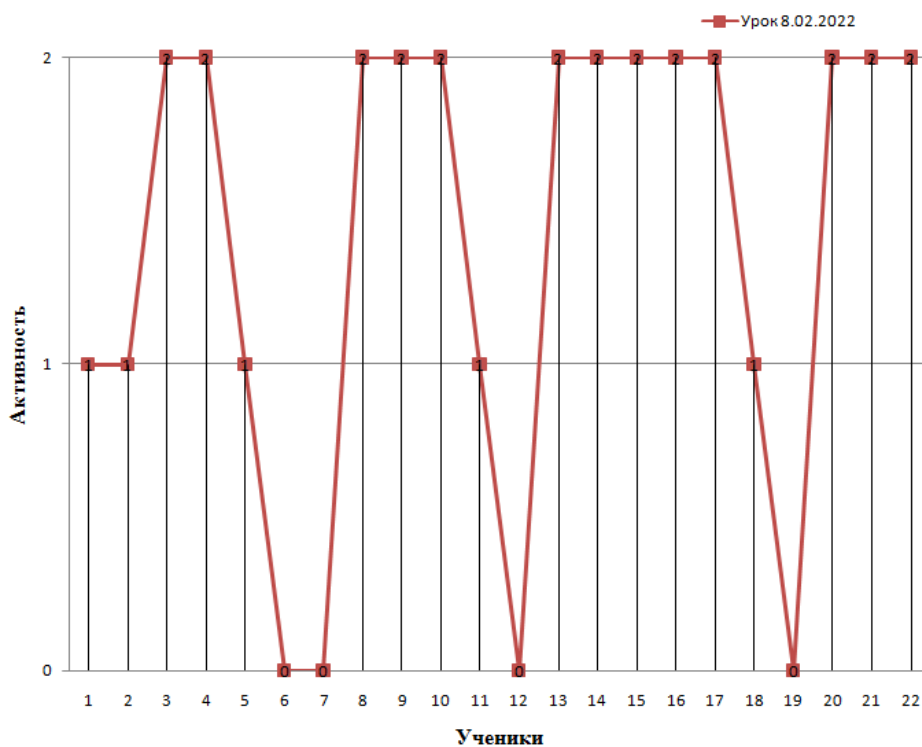


Рис. 2. График изменения активности учащихся от применения на уроке с применением наглядных средств обучения физике.

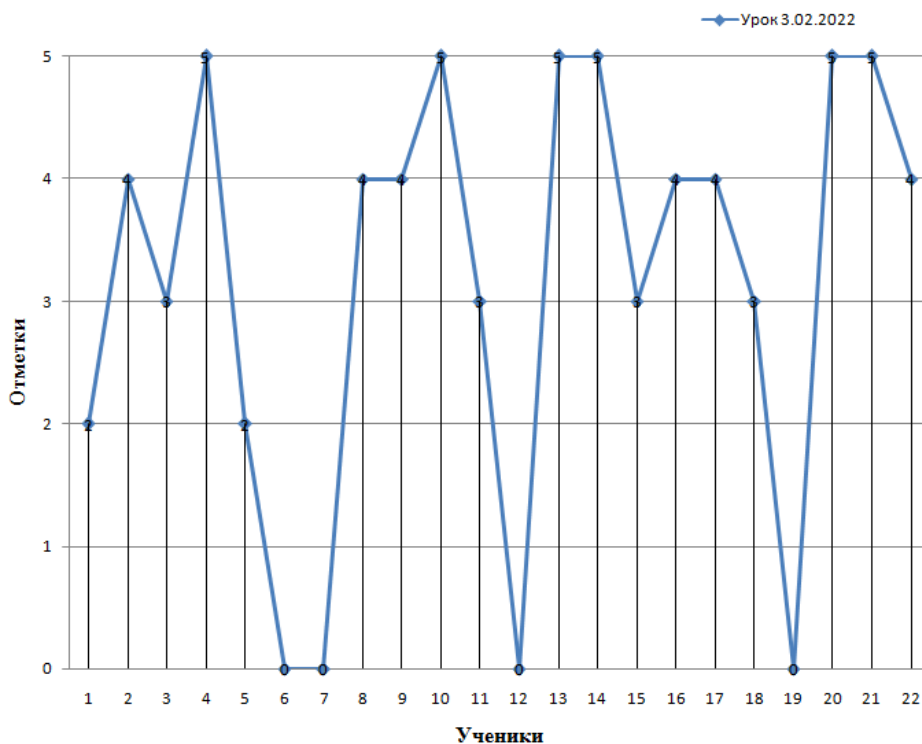


Рис. 3. График успеваемости учащихся на уроке физики без применения наглядных средств обучения, на котором цифра 0 означает что, ученик отсутствовал на занятии.

без применения наглядных средств обучения.

На рис. 4 изображён график успеваемости учащихся на уроке физики с применением наглядных средств обучения.

На рис. 5 изображена гистограмма степени обученности учащихся от применения на-

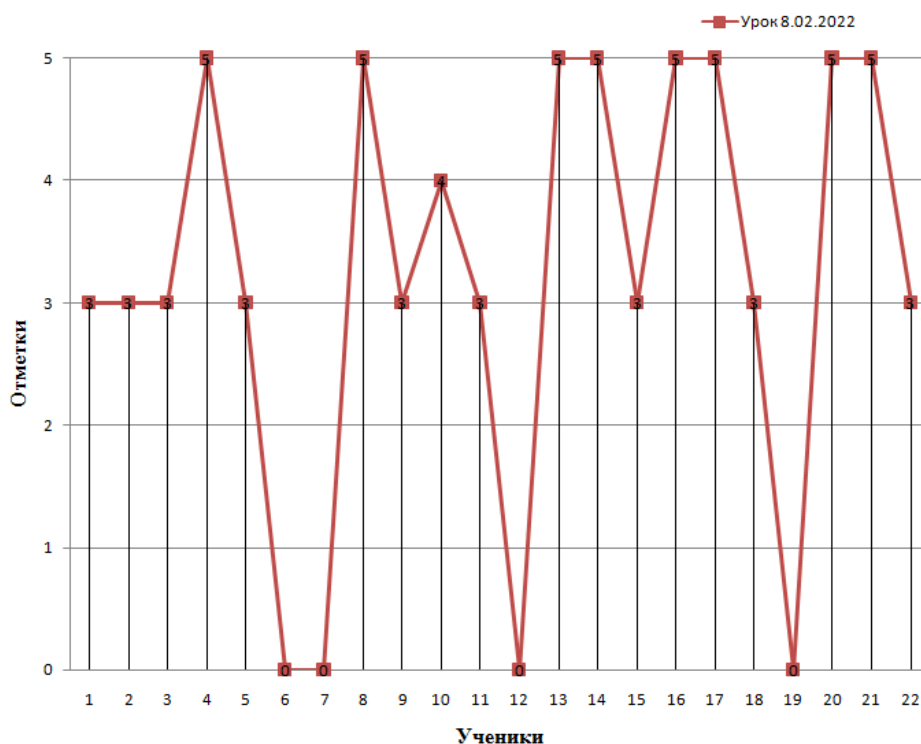


Рис. 4. График успеваемости учащихся на уроке физики с применением наглядных средств обучения, на котором цифра 0 означает что, ученик отсутствовал на занятии.

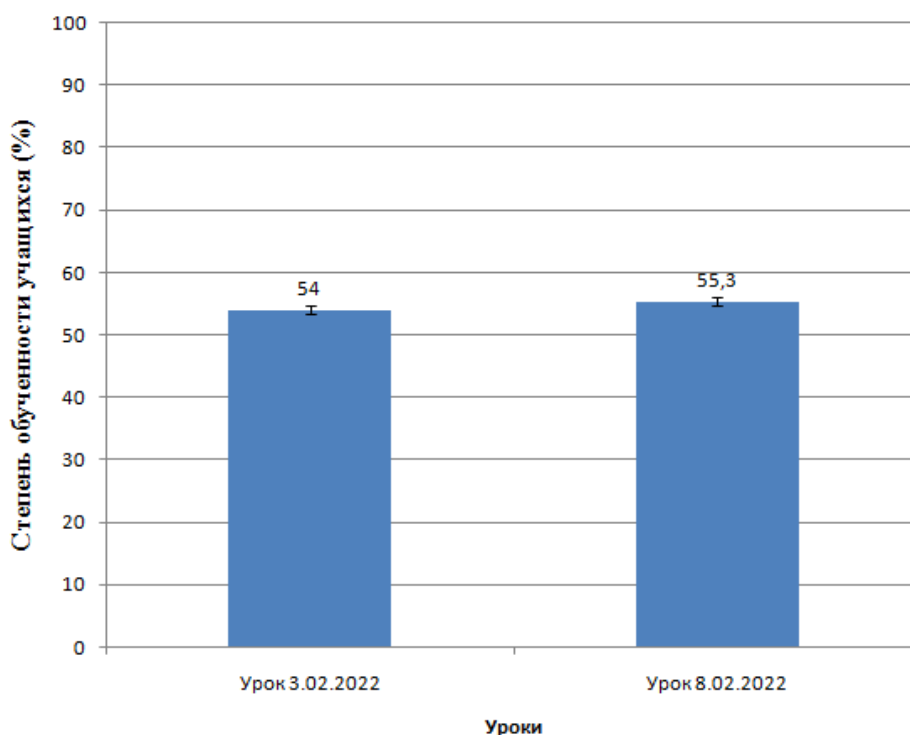


Рис. 5. Степень обученности учащихся от применения наглядных средств обучения на уроке физики. Урок 3.02.2022 был проведён без применения наглядных средств обучения, а урок 8.02.2022 был проведён с применением наглядных средств обучения физике.

глядных средств обучения на уроке физики. В экспериментальной группе урок 3.02.2022 был проведён без применения наглядных средств обучения, а урок 8.02.2022 был проведён с применением наглядных средств обучения физике. В результате проведённого

эксперимента получено, что средняя успеваемость без применения средств наглядности составила 3.182, средняя успеваемость с применением средств наглядности равна 3.227. Это доказывает, что с применением наглядных средств обучения общая успеваемость учеников увеличивается. На уроке, проведенном 8.02.2022, абсолютная успеваемость составила 81.8 %, качественная успеваемость составила 40.9 %. На уроке, проведенном 8.02.2022, степень обученности учащихся составила 55.3 %, что свидетельствует о конструктивном уровне обученности. Достижение конструктивного уровня обученности позволяет реализовывать достаточный уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по геометрической оптике. На уроке, проведенном 8.02.2022, высший уровень требований составляет 54.0 %, средний уровень требований составляет 31.5 %, низкий уровень требований составляет 15.5 %. На уроке, проведенном 8.02.2022, среднее значение отметок составляет 3.227. На уроке, проведенном 8.02.2022, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 2.048. На уроке, проведенном 8.02.2022, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 14.818, что меньше, чем критическое теоретическое значение хи-квадрат для уровня значимости 0.01 и числа степеней свободы 5, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

Заключение

Проведено изучение различных средств наглядности и использование средств наглядности в курсе физики одиннадцатого класса общеобразовательной школы. Выполнена разработка комплексного использования средств наглядности для осуществления активизации познавательной деятельности учащихся по физике. По итогам обработки результатов педагогического эксперимента получены графики, из которых видно, что уроки физики с использованием средств наглядности эффективнее. Полученная учениками теоретическая информация по физике лучше усваивается и запоминается, а также повышается активность и самостоятельность учащихся в процессе познавательной деятельности в процессе обучения физике.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если средства наглядности при изучении физики применять комплексно по принципу «от абстрактного к конкретному», «от общего к частному», то активность и самостоятельность учащихся в процессе обучения физике повысятся, подтверждена полностью.

Таким образом, на основании выполненного исследования можно сделать вывод о необходимости оптимального использования средств наглядного обучения на уроках физики, что в свою очередь приводит к следующим итогам: наглядность предоставляет возможность организации самоконтроля персональной успеваемости учащихся; наглядность показывает методику результативной работы со средствами наглядного обучения. Применение разнообразных наглядных средств помогает увеличить эффективность и качество усвоения учениками учебного материала. В ходе исследования были разработаны конспекты уроков с применением разнообразных наглядных средств обучения физике, которые отработаны в ходе педагогического эксперимента и показали довольно хорошие результаты. Исходя из итогов выполненного исследования, показано, что применение наглядных средств обучения даёт гораздо более высокий результат, нежели проведение стандартного урока по аналогичной теме. Применение наглядности помогает школьникам усваивать информацию не только в аудиальном, но и, а визуальном формате, что в несколько раз увеличивает методическую важность проведенного урока. Таким образом, подробно изучив классификацию и методику использования наглядных средств обучения, а кроме того использовав такие наглядные пособия, как схемы и таблицы, доказали собственное предположение о том, что оптимизация применения наглядных пособий достигается при работе с разными типами наглядности, а

также в различных их комбинациях, и является значимым методическим компонентом преподавания физики. Особенно важным условием достижения положительных результатов при работе со средствами наглядности, является нахождение идеального баланса при комбинировании различных технических и наглядных средств обучения. Нельзя забывать о том, что средства наглядности при их нерациональном применении могут не только быть бесполезными, но и даже навредить процессу обучения, сконцентрировав внимание на чем-то не особо важном, либо же не даст учащимся вообще сконцентрироваться на чём-либо конкретном. Систематическое использование разнообразных средств наглядности на уроках физики, нацеленных на формирование и развитие теоретических знаний, практических умений, прикладных навыков по физике, творческих способностей в области физики, планирование физических экспериментов, способствуют успешному усвоению приобретённых теоретических знаний по физике и дальнейшее применение в прикладных областях физики.

Список использованных источников


1. Francis C. Vector visual aids // *The Physics Teacher*. — 1967. — mar. — Vol. 5, no. 3. — P. 119–122. — URL: <https://doi.org/10.1119/1.2351106>.
2. Niaura A. Usage of some visual aids to activate students in physics lessons // *Psychologija*. — 1962. — jan. — Vol. 2. — P. 51–70. — URL: <https://doi.org/0.15388/Psichol.1962.2.8850>.
3. Xu X., Liu Zh. The research of audio-visual teaching in college physics teaching practice // *Advances in Intelligent and Soft Computing*. — Springer Berlin Heidelberg, 2011. — P. 237–241. — URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-24775-0_37.
4. Briquettes production as teaching aids physics for improving science process skills / R. Haryadi [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2019. — feb. — Vol. 1157. — P. 032006. — URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032006>.
5. Evagorou M., Erduran S., Mäntylä T. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to ‘seeing’ how science works // *International Journal of STEM Education*. — 2015. — jul. — Vol. 2, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>.
6. Improving physics teaching materials on sound for visually impaired students in high school / F. G. C. Toenders [et al.] // *Physics Education*. — 2017. — aug. — Vol. 52, no. 5. — P. 055006. — URL: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa7969>.

Сведения об авторах:

Елизавета Евгеньевна Волкова — студент магистратуры факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID  AAZ-9027-2020

Original article
PACS 04.20.Cv

Investigation of visual aids in the course of physics of the eleventh grade of the lyceum

E. E. Volkova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted June 27, 2022
Resubmitted June 28, 2022
Published September 5, 2022

Abstract. A study of the main means of visualization in the course of physics in the eleventh grade of the lyceum was carried out. The development of a comprehensive use of visual aids to enhance the cognitive activity of students in physics has been completed. The results of a pedagogical experiment on approbation of visual aids in a lesson in a high school physics course are presented. Based on the results of processing the results of the pedagogical experiment, it was shown that physics lessons using visual aids are more effective, the theoretical information on physics received by students is better absorbed and remembered, and the activity and independence of students in the process of cognitive activity in the process of teaching physics increases. It is shown that if visual aids are used comprehensively in the study of physics, then the activity and independence of students in the process of teaching physics will increase. Based on the results of the pedagogical experiment, a conclusion was made about the need for the optimal use of visual learning tools in physics lessons.

Keywords: physics, the process of teaching physics, physics lesson, school, visual aids, cognitive activity, pedagogical experiment

References


1. Francis C. Vector visual aids // *The Physics Teacher*. — 1967. — mar. — Vol. 5, no. 3. — P. 119–122. — URL: <https://doi.org/10.1119/1.2351106>.
2. Niaura A. Usage of some visual aids to activate students in physics lessons // *Psichologija*. — 1962. — jan. — Vol. 2. — P. 51–70. — URL: <https://doi.org/0.15388/Psichol.1962.2.8850>.
3. Xu X., Liu Zh. The research of audio-visual teaching in college physics teaching practice // *Advances in Intelligent and Soft Computing*. — Springer Berlin Heidelberg, 2011. — P. 237–241. — URL: https://doi.org/10.1007/978-3-642-24775-0_37.
4. Briquettes production as teaching aids physics for improving science process skills / R. Haryadi [et al.] // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2019. — feb. — Vol. 1157. — P. 032006. — URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032006>.
5. Evagorou M., Erduran S., Mäntylä T. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to ‘seeing’ how science works // *International Journal of STEM Education*. — 2015. — jul. — Vol. 2, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>.

6. Improving physics teaching materials on sound for visually impaired students in high school / F. G. C. Toenders [et al.] // *Physics Education*. — 2017. — aug. — Vol. 52, no. 5. — P. 055006. — URL: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa7969>.

Information about authors:

Elizaveta Evgenievna Volkova — Master’s student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID  AAZ-9027-2020