

УДК 53(07)

**Научная проблема
и ее обоснование****Нельзин А.Е.,
Оспенникова Е.В.****ИССЛЕДОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННО-
КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
В ДЕМОНСТРАЦИОННОМ
ФИЗИЧЕСКОМ
ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Ключевые слова: демонстрационный физический эксперимент, обучение физике, информационно-коммуникационные технологии обучения.

Физика как наука изучает наиболее общие свойства и закономерности поведения материальных объектов и их систем. Значимы ее прикладные исследования. Фундаментальные основы физической науки, а также ее наиболее важные технические приложения составляют содержание физики как учебного предмета.

Кроме концептуального и прикладного физического знания в содержание предмета учения входят методы научного познания, в составе которых особое место занимает научный эксперимент. Эксперимент связан с началом познания. Он является источником научных фактов, которые представляют собой «кирпичики» обширного фундамента всей пирамиды научного знания.

В учебном процессе современной школы эксперимент фигурирует не только как метод познания, но и как метод обучения. Это сложный метод, представляющий собой систему различных обучающих действий учителя, а также разнообразных приемов их исполнения. Данный метод имеет разновидности. Учебный физический эксперимент может быть *демонстрационным* и *лабораторным*. В первом случае он выступает как средство реализации наглядных методов обучения, во втором – как метод организации учебной деятельности школьников, направленной на освоение опыта самостоятельного экспериментального исследования физических явлений [4; 5].

Область методической науки, рассматривающая цели, содержание, средства и наиболее эффективные способы организации и проведения демонстрационного эксперимента (ДЭ) определяется как методика и техника

школьного демонстрационного физического эксперимента. В данной области методического знания работали такие методисты, как Л.И. Анциферов, С.Е. Каменецкий, В.В. Майер, А.Н. Мансуров, А.А. Марголис, А.А. Покровский, И.М. Пищиков, Н.С. Пурешева, В.Г. Разумовский, И.И. Соколов, С.А. Хорошавин, Н.М. Шахмаев и др. Авторами рассматриваются содержание, техника, требования к демонстрационным опытам и методика использования демонстрационного эксперимента в ходе изложения учебного материала по предмету.

За последние десять-пятнадцать лет демонстрационный эксперимент существенно преобразился: расширился состав демонстрационных опытов (добавились новые и модифицированы уже известные учебные демонстрации); стало более совершенным оборудование для ДЭ; разработаны комплекты оборудования к демонстрационным опытам; в составе оборудования ДЭ появились компьютерные системы для измерения и обработки опытных данных.

Вместе с тем практика подготовки будущих учителей физики в педагогических вузах в области методики и техники учебных демонстраций остается вполне традиционной. Обозначила себя проблема изменения данной практики обучения. В условиях информатизации системы образования в педагогическом вузе учебный курс по методике и технике постановки демонстрационного физического эксперимента должен претерпеть преобразования, соответствующие данной стратегии развития. Результатом освоения студентами программы данного курса должен быть приобретенный ими опыт применения компонентов ИКТ-инфраструктуры учебной среды при подготовке и проведении учебных демонстраций.

Обзор литературы по теме исследования

Демонстрационный эксперимент с ИКТ-поддержкой обладает более широким спектром возможностей (инструментальных и дидактических) по сравнению с его традиционной версией. В связи с этим поиск и отработка способов эффективного применения средств ИКТ в учебном демонстрационном эксперименте является одним из ключевых направлений его совершенствования на современном этапе развития средств обучения [3].

Технологический и методический уровни постановки демонстрационного эксперимента задаются системой требований. В условиях информатизации учебного процесса в системе требований, предъявляемых к школьному демонстрационному эксперименту, происходят изменения. Данная система, казавшаяся еще недавно вполне завершенной (см. работы Л.И. Анциферова, С.Е. Каменецкого, Н.С. Пурешевой, С.А. Хорошавина и др.), нуждается в обновлении: 1) в систему должны быть включены новые требования; 2) отдельные требования приобретают иную интерпретацию; 3) преобразуется и обновляется состав приемов реализации целого ряда требований. Вместе с тем в методических работах эта проблема специально практически не обсуждается. В своих публикациях авторы касаются лишь отдельных ее вопросов, как правило, это вопросы постановки «компьютеризированного» («автоматизированного») демонстрационного эксперимента (М.А. Иванова, В.В. Майер, А.В. Смирнов, Н.К. Хананов и др.), некоторые аспекты использования компьютерных моделей в комплексе с натурным демонстрационным экспериментом (Д.В. Баяндин, Е.В. Оспенникова и др.).

Цель, задачи и методы исследования

Целью исследования на настоящем этапе является разработка и обоснование обновленной системы требований к школьному демонстрационному физическому эксперименту, реализуемому в условиях ИКТ-насыщенной учебной среды, и преобразование на этой основе практики подготовки будущих учителей физики по вопросам методики и техники постановки демонстрационного эксперимента.

Задачи работы: 1) выполнить анализ ИКТ-инфраструктуры современной предметной среды обучения в средней общеобразовательной школе; 2) выявить возможности применения компонентов ИКТ-инфраструктуры в постановке и сопровождении демонстрационного эксперимента; 3) сформулировать обновленную систему требований к ДЭ, ориентированную на применение средств ИКТ; 4) определить основные способы и приемы реализации данных требований; разработать рекомендации к проведению ДЭ в новых условиях обучения; 5) сформулировать требования к уровню подготовки студентов педагогических специальностей по методике и технике постановки демонстрационного физического эксперимента [2].

Для достижения поставленной цели и решения указанных задач использовались различные методы педагогического исследования: эмпирические (наблюдение и педагогический эксперимент, систематизация и обобщение педагогических фактов) и теоретические (анализ методологии современного научного эксперимента, основ методологии и психологии познания, теоретических моделей обучения, моделирование и проектирование учебной деятельности и средств обучения).

Результаты исследования

Сегодня можно говорить о новой информационной инфраструктуре учебного процесса по физике, которая по мере технического прогресса будет продолжать совершенствоваться. Под ИКТ-инфраструктурой учебного процесса будем понимать систему аппаратных средств, учебных объектов и инструментов учебной деятельности виртуальной среды обучения. Рассмотрим содержание основных блоков ИКТ-инфраструктуры предметной учебной среды, которые могут и должны будут в ближайшей перспективе использоваться каждым учителем физики:

1. Аппаратная техника и инструменты для ввода информации: цифровая видеокамера, цифровой фотоаппарат, цифровой микроскоп, сканер, диктофон, планшет, система цифровых измерителей (датчиков и ПО) для автоматизированного эксперимента, системы глобального позиционирования (GPS), инструменты распознавания устной речи.

2. Устройства и инструменты представления, обработки и передачи информации: персональный компьютер, наладонный (карманный) компьютер, цифровой проектор; интерактивные доски; коммуникатор; шлем (и перчатки) виртуальной реальности; множительная техника (принтер, копир или ризограф); ПО для сетевых образовательных коммуникаций (оболочки ДО, конструкторы сайтов, системы почтовой связи).

3. Информационные источники (цифровой образовательный контент):
– ЦОР – цифровые образовательные ресурсы к действующим учебно-методическим комплектам по предмету; ориентированы преимущественно на поддержку традицион-

ного образовательного процесса средствами ИКТ;

- ИИСС – информационные источники сложной структуры (цифровые музеи, библиотеки, энциклопедии, коллекции и пр.); предназначены для поддержки традиционного образовательного процесса средствами ИКТ, при этом включают и инновационные технологии организации работы учащихся с учебной информацией;
- ИУМК – инновационные учебно-методические комплексы; обеспечивают организацию учебного процесса по образовательной области (предмету, курсу, теме) в полном объеме, ориентированы на обновление видов, методов и форм учебной деятельности школьников, определяют достижение на этой основе качественно новых образовательных результатов;
- образовательные ресурсы локальной школьной сети, ресурсы порталов и сайтов Интернета.

4. Инструменты учебной деятельности: виртуальные лаборатории; моделирующие среды; определители и классификаторы; телеметрические системы; геоинформационные системы; системы автоматизированного проектирования (САПР); ПО для редактирования и обработки информации (числовых данных, текста, аудио, видео); ПО для подготовки презентаций; тренажеры; системы самоконтроля знаний и умений, включая системы тестирования.

5. Системы и средства поддержки организации образовательного процесса: планирования учебного процесса, организации и поддержки образовательного процесса, управления образовательным учреждением, управления образованием для муниципальных органов.

При проведении физических демонстраций ИКТ выполняет сразу несколько важных методологических и дидактических функций.

Методологические функции реализуются через следующие направления использования компьютерных технологий в экспериментальном изучении явлений природы:

- автоматизация физического эксперимента (диагностика явления, управление экспериментом, обработка данных эксперимента);
- моделирование физического явления и исследование компьютерной модели явления (компьютерный эксперимент);
- моделирование экспериментальной установки и режимов ее работы и исследование компьютерной модели (компьютерный эксперимент);
- использование компьютерных баз данных эксперимента (в том числе удаленных баз данных).

Дидактические функции виртуальной среды обычно реализуются через использование цифровых объектов различных медиаформатов в ходе учебных демонстраций с целью [2]:

- иллюстрации сущности явления;
- иллюстрации устройства и принципа действия приборов;
- исследования компьютерной модели физического объекта или явления;
- исследования различных режимов работы экспериментальной установки на ее компьютерной модели;
- формирования (отработки) отдельных экспериментальных умений;
- контроля знаний и умений по содержанию опыта.

Возможности применения компонентов ИКТ-инфраструктуры в постановке и сопровождении ДЭ еще предстоит детально изучить. В настоящей работе предпринята попытка оценить

эти возможности на основе анализа тех изменений, которые претерпевают методы и приемы реализации традиционных требований к демонстрационному эксперименту, а также преобразуется собственно состав этих требований.

Определим содержание обновленной системы требований к демонстрационному физическому эксперименту. Данная система включает следующие требования: 1) достоверность; 2) методологическая грамотность в постановке опыта; 3) дидактическая пригодность (доступность в понимании сути ДЭ); 4) видимость демонстрационной установки и наблюдаемого на ней эффекта; 5) выразительность и наглядность демонстрируемого эффекта; 6) убедительность; 7) оптимальность по длительности; 8) своевременность предъявления демонстрационной установки; 9) оптимальность в использовании средств ИКТ (цифровой аппаратной техники; цифровых инструментов фиксации и обработки данных эксперимента; 10) дополнительных виртуальных объектов, сопровождающих демонстрацию); 11) надежность демонстрации; 12) эстетичность; 13) соблюдение правил техники безопасности [2].

Приведем примеры применения новых приемов реализации этих требований в учебной среде, насыщенной средствами ИКТ.

Так, например, *дидактическая пригодность* может повышаться за счет демонстрации наряду с натурным экспериментом его компьютерной версии, раскрывающей на модельном уровне схему работы экспериментальной установки и суть исследуемых на ней физических процессов.

При использовании телекамеры (или веб-камеры), мультимедиапроектора и экрана легко решается про-

блема *видимости* экспериментальной установки и экспериментального эффекта.

Веб- или телепроекция как самой установки, так и демонстрируемого на ней физического эффекта, крупный план и различные ракурсы съемки физического эксперимента обеспечивают и его *большую убедительность*.

Применение интерактивной доски и компьютерного пера позволяет использовать дополнительные приемы *наглядности* демонстрации (например, можно выделить и увеличить изображение соответствующей части установки и далее отметить цветным маркером наиболее важный элемент демонстрации, выполнить необходимые дополнительные построения на интерактивной доске и пр.).

Своевременность предъявления демонстрации можно обеспечить за счет применения телепроекции эксперимента, который размещен и проводится в другой лаборатории. С этой же целью возможна демонстрация видеозаписи физического эксперимента.

Оптимальность по длительности наблюдаемого демонстрационного эффекта теперь легко достигается за счет использования наряду с натурной демонстрацией видеозаписи опыта. В этом случае возможны: многократное повторение демонстрации; ее воспроизведение в замедленном, ускоренном или пошаговом режиме, использование эффекта «стоп-кадра». Достаточно легко реализуется применение стробоскопического способа демонстрации быстротекущих процессов.

Система автоматизации (компьютеризации) эксперимента повышает его *надежность* и, в известной степени, должна способствовать росту *достоверности* демонстрации.

Новым требованием в представленной выше системе является тре-

бование, связанное с обеспечением *оптимальности в использовании средств ИКТ в составе учебной демонстрации*. В настоящем исследовании выявлены основные способы использования объектов и инструментов виртуальной среды на различных этапах проведения демонстрационного эксперимента.

Рассмотрим данные способы в контексте их применения на учебном занятии.

1. При подготовке к проведению эксперимента:

- Повторение теоретического материала с использованием ЦОР. Просмотр анимации или видеороликов, включающих эксперименты, близкие по своей цели к содержанию опыта, демонстрируемого на занятии.
- Моделирование экспериментального эффекта, выдвижение модельных гипотез.
- Обсуждение общей идеи метода экспериментального исследования и планирование хода эксперимента с помощью соответствующих симуляторов и интерактивных моделей.
- Проектирование экспериментальной установки с использованием виртуальных конструкторов или моделирующих сред. Отладка эффективных режимов работы экспериментальной установки на виртуальных лабораторных стендах [1].
- Выбор и настройка цифровых измерителей (датчиков) и ПО для автоматизированного демонстрационного эксперимента.
- Предварительная подготовка «шаблонов» для представления экспериментальных данных с использованием стандартного ПО (MS Excel, MS Power Point и т.д.).
- Подготовка к фото- и видеосъемке физических явлений, исследуемых в демонстрационном эксперименте.

2. В процессе выполнения эксперимента:

- Проведение натурного опыта с использованием аналого-цифровых преобразователей (АЦП) (автоматизированный физический эксперимент).
- Использование в эксперименте дополнительной аппаратной техники для фиксации данных опыта (цифрового фотоаппарата, видеокамеры).
- Обработка результатов натурного эксперимента с использованием инструментов виртуальной среды.
- Применение дополнительных виртуальных объектов и дидактических презентационных материалов, повышающих качество усвоения содержания опыта.

3. После проведения эксперимента:

- Сравнение полученных в натурном эксперименте данных с данными компьютерного моделирования.
- Просмотр видеофрагментов натурных опытов, включающих дополнительные экспериментальные данные (в том числе видеосюжетов, подготовленных учащимися).
- Анализ и обсуждение результатов демонстрационного эксперимента, видеоэкспериментов, компьютерного эксперимента. Постановка новых целей экспериментального исследования.
- Выполнение дополнительных заданий с компонентами виртуальной среды по содержанию учебной демонстрации с целью закрепления учебного материала, отработки отдельных учебных умений.
- Возможна организация учебной работы школьников по материалам учебной демонстрации и после занятия (в домашних условиях):
- Обработка результатов натурного или компьютерного экспериментов, оформление отчета с использова-

нием инструментальных средств виртуальной среды (для сложных экспериментов).

- Сбор дополнительных экспериментальных данных (на информационных сайтах Интернета, с использованием лабораторий удаленного доступа, самостоятельных наблюдений и экспериментов на природе и в домашних условиях с использованием для этой цели цифровой видео- и фототехники).
- Выполнение реферативных работ, подготовка обзоров с использованием ЦОР и источников Интернета по теме экспериментального исследования; представление обзоров и рефератов на школьном предметном сайте.

Выводы и перспективы исследования

Указанные способы применения средств ИКТ в учебном демонстрационном эксперименте могут использоваться в разном объеме и сочетании. Демонстрация физических опытов с использованием средств новых информационных технологий способствует становлению у учащихся верных представлений о современной методологии научного познания и закладывает основы формирования специальной предметной ИКТ-компетентности обучающихся, обеспечивает более высокий уровень усвоения учебного материала, стимулирует познавательную активность учащихся.

Дальнейший поиск и апробацию способов и приемов применения компонентов ИКТ-инфраструктуры учебной среды в демонстрационном эксперименте следует продолжить. Решение этой задачи в полном объеме позволит в дальнейшем определить направления совершенствования содержания и методики организации учебных за-

ятий со студентами педагогических вузов по курсу «Методика и техника демонстрационного физического эксперимента».

Вместе с тем уже сегодня можно сформулировать обновленную систему требований к уровню подготовки выпускников педагогических вузов. Будущие учителя физики должны овладеть методикой и техникой проведения современного демонстрационного эксперимента. В связи с этим они должны приобрести дополнительные профессиональные знания и опыт деятельности по следующим направлениям.

1. Новые методы и технологии проведения физических демонстраций:

- иметь представления о современном научном эксперименте, тенденциях развития аппаратной компьютерной техники и ПО для физического эксперимента;
- знать состав и назначение датчиковых и телеметрических систем, предназначенных для сбора данных эксперимента;
- иметь навыки использования типовой аппаратной компьютерной техники для физического эксперимента;
- знать программное обеспечение (стандартное и специальное), предназначенное для выполнения расчетов, построения и исследования графиков функциональных зависимостей и компьютерного моделирования;
- владеть методикой и техникой проектирования и проведения демонстрационного эксперимента с использованием датчиковых и телеметрических систем;
- владеть технологиями использования стандартного и специального программного обеспечения для обработки экспериментальных данных.

2. Образовательные ресурсы по физике:

- иметь представление о составе, видовом разнообразии и содержании предметных цифровых образовательных ресурсов (ЦОР, ИИСС, ИУМК), а также ресурсов Интернета, которые специально предназначены или могут быть использованы на различных этапах учебного занятия, включающих демонстрационный эксперимент;
- оценивать дидактические свойства предметных цифровых ресурсов и инструментов учебной деятельности, определять целесообразность их использования в качестве сопровождения демонстрационного эксперимента;
- владеть методикой использования цифровых ресурсов (рисунков, фотоснимков, анимации, моделей, видео и др.) на различных этапах проведения демонстрационного эксперимента.

3. Методика формирования и отработки у учащихся экспериментальных умений и навыков в условиях ИКТ-насыщенной среды средствами демонстрационного физического эксперимента:

- знать методы и приемы формирования экспериментальных умений учащихся (наблюдение, фиксация результатов, анализ и интерпретация данных эксперимента и др.) в процессе проведения демонстрационного эксперимента, в том числе обобщенных учебных умений; методы и приемы использования средств ИКТ с целью формирования данных умений;
- владеть методикой формирования отдельных экспериментальных умений, в том числе умений в использовании новых учебных инструментов: а) компьютерной аппаратной техники: датчиковых и

телеметрических систем для сбора данных, анализа данных, представленных в разных форматах (видео, таблица, график, фотоснимок и др.); б) стандартного и специального программного обеспечения для обработки данных и представления результатов эксперимента в том или ином формате;

- владеть методикой формирования обобщенных экспериментальных умений и навыков (содержание, методы и приемы, средства обучения, этапы обучения) с применением средств ИКТ (виртуальных учебных объектов различных медиаформатов);
- знать и владеть методикой формирования самостоятельности учащихся в экспериментальном методе познания.

4. Проектирование и проведение учебных занятий, включающих демонстрационный эксперимент:

- владеть методикой организации занятий, включающих демонстрационный эксперимент с использованием средств ИКТ; быть способным избирательно и эффективно использовать новые средства обучения с учетом места демонстрационного эксперимента в структуре занятия;
- проектировать дистанционные учебные занятия (курсы), содержащие цифровые иллюстративные материалы по демонстрационному эксперименту (фото, видео, анимации и др.);
- проводить дистанционные учебные занятия с использованием цифровых иллюстративных материалов по демонстрационному эксперименту.

5. Методика и техника проведения демонстрационного эксперимента в ИКТ-среде:

- знать систему требований, предъявляемых к демонстрационному

эксперименту в условиях ИКТ-насыщенной среды;

- соблюдать требования, предъявляемые к современному демонстрационному эксперименту;
 - оценивать и обеспечивать оптимальность применения средств ИКТ в физических демонстрациях (не переходить на «экранную» физику).
6. Проектирование и разработка средств обучения:

- иметь представление о системе дидактических материалов для сопровождения физического эксперимента;
- быть способным к разработке авторских цифровых ресурсов и презентационных материалов для проведения занятий, включающих демонстрационный эксперимент: а) иллюстративных цифровых объектов: рисунков, схем, таблиц, анимации, фото- и видеоматериалов с элементами интерактивности; б) учебных компьютерных моделей для их исследования средствами виртуальной среды; в) тематических презентаций на основе как «готовых», так и авторских цифровых объектов (для эксперимента в целом или его отдельных этапов);
- быть способным к разработке авторских цифровых дидактических материалов для самостоятельной работы учащихся по содержанию демонстрационного физического эксперимента; реализовать в содержании дидактических материалов технологию формирования у учащихся обобщенных экспериментальных умений, включая их умения использовать в данной деятельности объекты и инструменты виртуальной информационной среды.

Профессиональные знания и опыт деятельности, приобретенные учителями по данным направлениям, опреде-

ляют формирование у них *специальной профессиональной компетентности (СПК)* в области методики и техники современного демонстрационного физического эксперимента.

Научная новизна и практическая значимость

Новизна данного исследования заключается в уточнении компонентов ИКТ-инфраструктуры учебной предметной среды средней общеобразовательной школы, определении способов и приемов использования данных компонентов в постановке и сопровождении демонстрационного эксперимента, формулировке требований к уровню подготовки будущих специалистов, определении содержания СПК будущего учителя физики в области методики и техники постановки демонстрационного эксперимента.

Практическая значимость определяется подготовкой методических рекомендаций по применению средств ИКТ в демонстрационном эксперименте.

Литература

1. Баяндин, Д.В. Система активных обучающихся сред «Виртуальная школа»: метод. пособие для учителя и руководство по использованию программного продукта / Д.В. Баяндин, О.И. Мухин. Пермь, 2002.
2. Нельзин, Е.А. Демонстрационный эксперимент в условиях ИКТ-насыщенной среды / Е.А. Нельзин, Н.А. Оспенников // Вестник ПГПУ. Сер. ИКТ в образовании. 2009. Вып. 5. С. 129–145.
3. Оспенникова, Е. В. Обновление системы учебных объектов среды обучения в условиях информатизации образования и проблема организации познавательной деятельности школьников в новой информационной среде / Е.В. Оспенникова // Вестник ПГПУ. Сер. ИКТ в образовании. 2005. Вып. 1. С. 50–67.
4. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / С.Е. Каменецкий [и др.]. М.: Академия, 2000.
5. Усова, А.В. Проблемы теории и практики обучения в современной школе: Избранное / А.В. Усова. Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000.