

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»
(с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

«МЕЖПРЕДМЕТНОСТЬ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ»

Студент _____ Паксюткина Екатерина Владимировна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель Киндаев А.А.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр Киндаев А.А.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____
№ _____)

Заведующий кафедрой Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК от
_____ № _____)

Секретарь ГЭК Паскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРО- ЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ.....	7
1.1. Проектная деятельность в школе.....	7
1.2. Особенности проектной деятельности по физике в школе	14
1.3. Межпредметные связи при реализации проектной деятельности по физике	16
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ПРОЕКТОВ, ВЫ- ПОЛНЯЕМЫХ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ.....	18
2.1. Межпредметный проект «Роль влажности в природе и технике»...	18
2.2. Межпредметный проект «Влияние света различных видов ламп на рост растений».....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	48

ВВЕДЕНИЕ

При поиске эффективных путей повышения уровня образования в школе педагоги, исследователи и практики всё больше обращают внимание на проблему межпредметных связей.

Так, книга Максимова В.Н. «Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения» посвящена осмыслению понятия «межпредметные связи» в педагогике и в образовании. [1] Показано, что межпредметные связи активизируют познавательную деятельность обучающихся и стимулируют мыслительную деятельность в процессе передачи знаний от разных предметов по аналогии. В качестве доказательства автором даны межпредметные связи, основанные на курсе физики в сочетании с другими предметами. Основным достоинством данной темы является то, что она облегчает и позволяет совершенствовать содержание учебных методов, форм и материалов при организации обучения. Невозможно дать полную картину процессов, происходящих в природе, учащимся на уроках только одной дисциплины. Для доступности, а иногда и для лучшего формирования отдельных понятий в рамках конкретных тем, систем и групп используются так называемые межпредметные связи и понятия. Эти связи в школьном образовании являются конкретным выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в науке и в жизни общества.

Г.Ф. Федорец в своей книге «Межпредметные связи в процессе обучения» предлагает следующее определение понятия «межпредметные связи»: «Межпредметные связи есть педагогическая категория для обозначения синтезирующих, интегративных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, нашедших своё отражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющих образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их органическом единстве». [2] Данное определение содержит цель установления межпредметных связей, необходимость особого подхода к отбору содержания, выбору методов, приёмов и форм обучения. В современных условиях обуче-

ния межпредметные связи следует рассматривать как средство отражения продуктов межнаучной интеграции в содержании каждого учебного предмета и в учебной деятельности обучающихся.

Книга Зверева И.Д. «Взаимная связь учебных предметов» [3] позволяет преподавателю изучить учебный материал смежных предметов, подготовить учебники и наглядные пособия из других курсов, предложить обучающимся домашние задания для повторения основных знаний по взаимосвязанным предметам, а также получить необходимые консультации у учителей-предметников.

Анализ школьных учебников по физике показал неразрывную связь данного предмета с другими дисциплинами школьного курса.

Так, например, изучение главы «Первоначальные сведения о строении вещества» в учебнике 7 класса Перышкина А.В. [4] тесно связано с изучением химии. Знания о молекулах, атомах, полученные обучающимися на уроках физики в 7 классе, в дальнейшем дополняются и совершенствуются на уроках химии в 8 классе.

При изучении взаимного притяжения и отталкивания молекул рассказывается про смачиваемость и несмачиваемость тел и различные виды соединения: сваркой, пайкой, склеиванием, – что говорит о необходимости изучения физики для понимания технологических процессов.

При изучении тепловых явлений в 8 классе [5] обращается внимание на значение тепловых свойств, явлений и процессов в природе и технике. После изучения конвекции обучающимся гораздо легче понять механизмы возникновения, например, ветров-бризов, рассматриваемых на уроках географии. Также в учебнике Перышкина А.В. даётся дополнительная информация о теплопередаче в растительном мире.

При изучении темы «Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах» рассматривается использование энергии Солнца при нагревании поверхности Земли и поглощение солнечной энергии растениями, а также её превращение в химическую энергию.

В 9 классе изучается биологическое действие радиации, даются определения поглощённой дозе излучения, эквивалентной дозе, говорится о влиянии радиации на живые организмы. Также при изучении ядерной физики рассказывается про роль термоядерных реакций в окружающем нас мире. [6]

Связь физики с химией прослеживается и при изучении молекулярно-кинетической теории в 10 классе, а изучение электродинамики на протяжении всего курса физики напрямую связано с пониманием процессов в электротехнических устройствах. [7]

Ещё одним ярким примером переплетения различных наук является тема 11 класса «Изотопы. Получение и применение радиоактивных изотопов» [8], где рассматриваются меченые атомы, радиоактивные изотопы в биологии и медицине, радиоактивные изотопы в промышленности, радиоактивные изотопы в сельском хозяйстве, радиоактивные изотопы в археологии.

Всё это указывает на важность прослеживания межпредметных связей при изучении физики в школе. И одним из наиболее целесообразных механизмов такого прослеживания в последнее время стала проектная деятельность, в процессе которой обучающиеся сталкиваются с необходимостью овладения знаниями не только физической науки, но и смежных с ней областей и сфер человеческой деятельности.

Цель бакалаврской работы: разработать содержание двух школьных проектов по физике, ориентированных на использование межпредметных связей.

Задачи бакалаврской работы:

- сделать обзор научной и учебно-методической литературы по данной тематике;
- дать развёрнутую характеристику проектной деятельности в школе;
- выявить особенности реализации межпредметных связей при изучении физики в школе, в том числе при реализации проектной деятельности;
- разработать содержание двух школьных проектов по физике, ориентированных на использование межпредметных связей;

– дать краткие методические рекомендации по реализации данных проектов.

ГЛАВА I. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ

1.1. Проектная деятельность в школе

Проектная деятельность в школе помогает не только разнообразить деятельность обучающихся, но и самостоятельно решать проблемы, получать и систематизировать знания, связанные с жизнью. Процесс обучения по образцу становится скучным и обыденным для большинства обучающихся. Именно поэтому в современном процессе обучения вводится такое понятие как проект.

Проект – это особый вид целенаправленной, познавательной, интеллектуальной, в целом самостоятельной деятельности обучающегося, осуществляемой под руководством педагога, преследующего конкретные дидактические цели, направленные на решение исследовательской проблемы и на получение конкретного результата в виде материального или идеального продукта. [12]

Тема проекта должна быть выбрана актуальная на тот промежуток времени, в который она будет выполняться. Тематика работы может быть как смежная с другими науками, например, физика, химия и биология, так и по какой-то одной науке, например, физика. Проектная деятельность может быть связана со школьной программой, которая даёт возможность изучить предмет более углублённо. Но зачастую проект связан с жизненными аспектами. Выбранная тема должна быть значимой, интересной и ориентированной на определённый уровень знаний обучающихся. Чем старше ученики, тем сложнее тема.

Целью проекта является достижение обучающимися самостоятельности в обнаружении и систематизации научных знаний, развитие исследовательских умений.

Главными задачами в проектной деятельности являются:

- прогрессирование навыков самостоятельной исследовательской деятельности и соотношение их с реальной жизнью;

- проведение самостоятельного исследования по выбранной теме проекта;

- систематизация и актуализация полученных знаний в ходе исследования;

- защита теоретических и практических знаний.

По завершению проектной деятельности обучающиеся должны научиться:

- самостоятельно выявлять проблему исследования;

- исходя из проблемы исследования, самостоятельно ставить перед собой цели и задачи;

- научиться правильно выражать гипотезу;

- научиться правильно собирать информацию и обрабатывать её;

- научиться проводить эксперименты.

При разработке проекта обучающимся предлагаются определённые этапы, на основе которых они должны осуществлять свою работу (см. рис. 1):

- подготовительный;

- планирование проекта;

- исследовательская работа;

- анализ полученных данных и сравнение их с уже известными знаниями;

- подготовка результатов и выводов;

- защита проекта и его оценивание.



Рис. 1. Этапы проекта

На подготовительном этапе обучающиеся должны: выявить актуальную тему проекта; обозначить проблему, цель и задачи проектной деятельности; выдвинуть гипотезу и предложить пути её решения; определиться с количеством людей и временными рамками.

На этапе планирования проекта обучающиеся должны: распределить обязанности между участниками команды; определиться с источниками информации и методами исследования, а также фиксации полученных результатов; выявить для себя подходящий способ представления полученных результатов и их защиты.

На этапе исследования, если требуется сбор установки, моделей и т. д., обучающиеся подготавливают оборудование, проводят исследования, выявляют проблемы в ходе исследования и решают их, производят сбор информации.

На этапе анализа обучающиеся анализируют полученные данные, сравнивают их с уже имеющимися знаниями, сравнивают с целью, задачами, гипотезой, которую поставили перед собой в начале своей деятельности, делают выводы.

На этапе подготовки результатов и выводов, обучающиеся оформляют свои полученные результаты и выводы, готовятся к заключительной конференции и защите своего проекта.

На этапе защиты проекта, обучающиеся презентуют свою работу. Защита проекта происходит в разной форме. Это может быть научная конференция, научный доклад, предоставление видеофрагмента, широкое обсуждение в учебной группе и т. д.

Конечным результатом проекта является подведение итогов работы обучающихся, даётся качественная оценка.

Критерии оценивания проекта оглашаются участникам до начала работы над проектом:

- важность и актуальность поставленных проблем, а также их пригодность для изучаемого предмета;
- обоснованность используемых методов исследования и методов обработки полученных результатов;
- деятельность каждого участника проекта в соответствии с его личностными качествами и возможностями;
- качество взаимодействия обучающихся во время проекта;
- научно обоснованные выводы и их аргументация;
- умение обучающихся аргументировать свои ответы.

Виды проектной деятельности зависят от количества учебных предметов, которые входят в данный проект.

Различают:

- внутрипредметные – в рамках одного предмета;
- межпредметные – в рамках двух или более предметов;
- надпредметные – выходят за рамки школьных предметов, используются как дополнение к учебной деятельности.

В зависимости от времени, которое необходимо для данного проекта и объёма проделанной работы, проекты различают:

- краткосрочные проекты – от трёх дней до недели;

- проекты средней продолжительности – от недели до двух недель;
- долгосрочные проекты – от одного месяца и дольше.

Различают проекты в зависимости от количества участников: личностные, т. е. индивидуальные, в которых состоит только один человек; парные, в которых состоят два человека; групповые, т. е. коллективные, в которых состоят более двух участников (см. рис. 2).

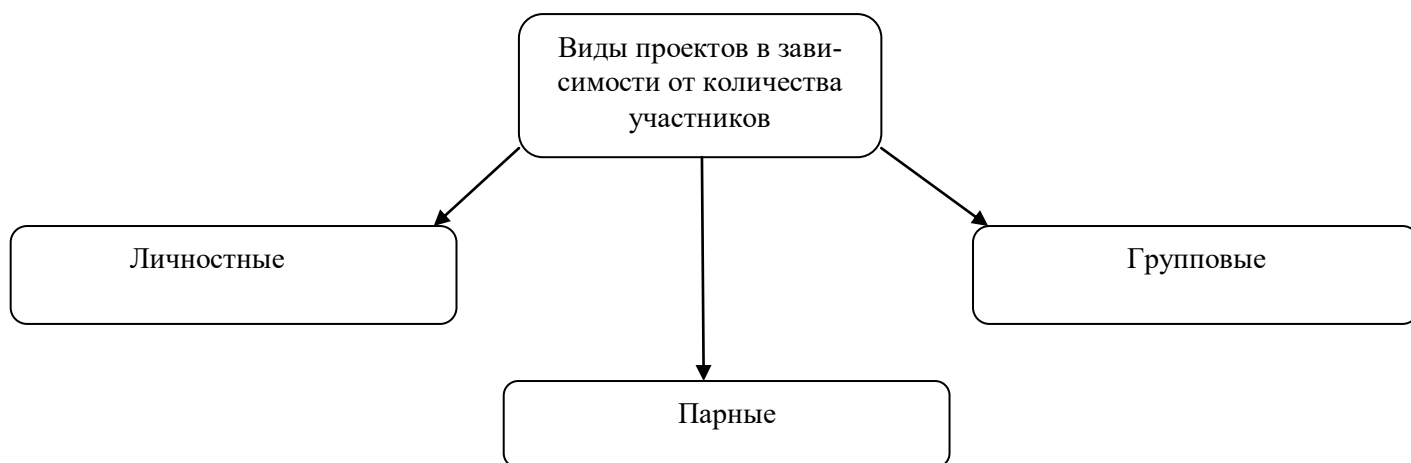


Рис. 2. Виды проектов в зависимости от количества участников

По характеру координации проекты разделяют на - открытые и закрытые. В открытом проекте учитель контролирует работу обучающихся, выполняя все свои функции. В закрытом, управление над проектом осуществляется обучающимися. Проектная деятельность может быть организована среди обучающихся разных классов, школ, городов, стран.

В зависимости от доминирующей деятельности проекты могут быть:

- исследовательскими, когда конечный результат неизвестен (предполагают исследование, решение определённых проблем и задач, а также наличие основных этапов проекта);
- информационными (предполагают сбор информации, например, об объектах, явлениях, процессах);
- прикладными или практико-ориентированными;
- творческими.

Структура, по которой должен разрабатываться проект, представляет собой: титульный лист, оглавление, введение, главы основной части, заключение, список литературы и приложения.

Титульный лист – это первая страница исследовательской работы, которая заполняется по определённым правилам:

- в верхней части указывается наименование учебного заведения, на базе которого осуществляется исследование;
- в средней части даётся название работы;
- в нижней части, ближе к правому краю, указывается фамилия, имя, отчество, класс автора работы, фамилия, имя, отчество, должность руководителя проекта.
- в нижней части листа указывается местонахождение данного заведения и год написания работы, который размещается посередине.

Оглавление размещается на второй странице. В нём приводятся название глав и параграфов, а также указываются страницы. Заголовки в оглавлении должны быть указаны точно также, как и название глав и параграфов. Каждое название должно начинаться с большой буквы, а номера страниц фиксироваться по правому краю.

Во введении обучающиеся должны отразить проблему и её актуальность, цель и задачи, определить предмет и объект исследования, а также сформулировать гипотезу, описать методы исследования. В цели отражают конечные результаты, которые должны быть достигнуты в ходе проектной деятельности. В задачах отражают последовательные этапы выполнения исследовательской работы. Гипотеза должна отражать предположение, которое требует доказательства для окончательного утверждения теоретического положения.

Главы основной части раскрывают содержание работы, в первой главе анализируют научную литературу. Следует осветить термины и понятия, изложить основные подходы и направления исследования. Наметить структуру изучаемого явления. Глава может быть разбита на параграфы в зависимости

от темы, степени и вида научной работы обучающегося. В главах, которые имеют экспериментальную часть, следует подбирать методики, опыты, приводить подробное описание исследования. Экспериментальная часть завершается интерпретацией полученных результатов и выводом.

Заключительная часть представляет собой краткий обзор выполненного исследования. Предполагается собственная оценка эффективности проделанной работы. Анализируется конечный результат с поставленной целью и задачами проекта.

Работа оканчивается списком литературы, где указываются только те произведения, на которые ссылались в процессе выполнения проекта. В приложении указываются материалы, которые имеют большой объём, такие как графики, таблицы, экспериментальные данные и т. д.

Работа должна оформляться по определённому стандарту. Объём работы зависит от сложности проектной деятельности, от уровня подготовки обучающихся и от возрастной категории. Документ набирается в текстовом редакторе Microsoft Word, название шрифта – Times New Roman. Для текста подбирается размер шрифта – 14, для заголовков – 16, для подзаголовков – 14. Формулы оформляются 14 шрифтом, а таблицы 12. Абзац оформляется с отступом 1,5 см и выравнивается по ширине. Текст печатается на одной стороне листа формата А4. Название глав, заголовки, темы, подразделы печатаются с заглавной буквы. На каждом листе, кроме титульного, проставляется нумерация арабскими цифрами без точки в конце. Переносить слова в заголовках нельзя, а расстояние между заголовками и основным текстом должно быть равно двум интервалам.

Учитель в ходе проектной деятельности занимает положение координатора, роль которого заключается в проработке возникающих проблем, обучении фиксированию и анализу полученных данных в ходе проделанной работы.

Такая модель организации учебного процесса позволяет воспитать у обучающихся такие качества как: умение самостоятельно конструировать

свои знания; анализировать полученную информацию; навыки самоконтроля и взаимоконтроля; умение работать по алгоритму.

Преимущество самостоятельности и субъектности личности в современном мире требует укрепления общекультурных основ образования, развития способности мобилизовать свой личностный потенциал для решения различного рода проблем. Метод проектов открывает перед обучающимися возможность проявить себя и занять определённую ролевую позицию, а также испытать свои возможности в разных сферах деятельности.

Таким образом, проект является одним из самых лучших методов обучения в современной школе, благодаря которому ученики приобщаются к научной деятельности, решают определённого рода проблемы, с которыми сталкиваются на своём пути, что позволяет достичь им поставленных целей. В конце проектной деятельности обучающиеся получают бесценный опыт, который в рамках обычного урока реализовать невозможно.

1.2. Особенности проектной деятельности по физике в школе

Обучение в школе часто сводится к изучению, решению, пересказу параграфов школьного учебника. Ученики отвечают на вопросы, проводят эксперименты по определённому алгоритму, который подготовил учитель. Стандартное образование и ведение уроков приводит к пассивному созерцанию. Всё вышесказанное приводит к снижению интереса обучающихся к изучению предметов.

В современном обучении необходимы инновационные модели образования. Чтобы стимулировать познавательную, творческую, активную деятельность на уроках физики необходимо добавить в процесс обучения проекты, где обучающиеся занимаются исследовательской деятельностью. Метод проектов – это один из ведущих методов обучения в условиях реализации ФГОС. Считается, что лучшей формой обучения физике является экспериментально-исследовательская деятельность. Проект по данному предмету лучше связать с практической жизнью, это поможет обучающимся узнавать в

окружающей жизни проявления законов физики. Физика как предмет относится к категории повышенной сложности. В основе предмета физики лежат наблюдения и опыты, именно организация исследовательской деятельности обучающихся – главный фактор, который позволяет повысить интерес к предмету, сделать его занимательным, интересным и полезным.

Раскрытие потенциала и возможностей проявления творческих способностей являются первоочередными задачами учебного процесса. Основным путём решения данных задач является применение различных инновационных педагогических технологий на уроках физики.

Для успешной исследовательской деятельности обучающимся необходимо научиться: ставить цели и составлять план исследования, подбирать нужные материалы и приборы, собирать установки, проводить исследования, формулировать выводы.

Для продуктивной работы обучающихся над проектом нужно предложить ученикам метод научных исследований, который состоит из следующих звеньев (см. рис. 3):



Рис. 3. Метод научных исследований

Отличительными чертами и особенностями проектной деятельности в области физики как средства формирования профессионального самоопределения обучающихся являются:

- прогрессивная основа, позволяющая увидеть перспективу дальнейшей профессиональной деятельности;
- комплексный интегративный характер, объединяющий содержание нескольких предметных сфер;
- диалоговое взаимодействие всех участников проектной деятельности, организованной посредством взаимного уважения, дружественного сотрудничества, коллективного творчества; определение потребностей обучающихся, что приводит к осознанному выбору темы проекта соответствия новообразований в мотивационной сфере с предполагаемым направлением дальнейшего обучения в высшем учебном заведении, отдельным видам проектной деятельности;
- решение контекстных проблем, являющихся средством адаптации и модернизации личного потенциала обучающегося;
- позволяет достаточно широко использовать метод моделирования, в котором результат исследования перемещается с модели на объект.

1.3. Межпредметные связи при реализации проектной деятельности по физике

Благодаря межпредметным связям можно осуществлять комплексное решение учебно-воспитательных задач, они стимулируют познавательную деятельность обучающихся, мыслительную активность, синтез и обобщение знаний. Физика – это наука о природе, её изучение совместно с другими предметами из школьного курса способствует:

- повышению доступности усвоения знаний;
- расширению знаний обучающихся об окружающем мире;
- раскрытию взаимосвязи физических явлений с явлениями из других наук;

- выявлению связи между закономерностями различных наук;
- обобщению знаний из разных предметов.

При реализации проектной деятельности на стыке наук решаются следующие задачи:

- формируется основа научного мировоззрения;
- повышается интерес к комплексному изучению законов и явлений природы;
- появляется представление о естественнонаучной картине мира;
- реализуется развитие исследовательской деятельности учеников.

Реализация межпредметных связей в процессе обучения физике позволяет показывать целостность образовательных задач, которые решаются школьными предметами, рационализует учебную нагрузку школьников, обучение становится личностно-ориентированным.

Таким образом, межпредметные связи при реализации проектной деятельности по физике воспитывают гармонично развитую личность с пониманием законов природы с точки зрения той или иной предметной области. Проектная деятельность позволяет раздвинуть границы учебников, разнообразить уроки и заинтересовать учеников научными фактами и теориями. [13]

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МЕЖПРЕДМЕТНЫХ ПРОЕКТОВ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

2.1. Межпредметный проект «Роль влажности в природе и технике»

Влажность воздуха оказывает большое влияние на жизнь и здоровье человека, на функционирование устройств и приборов, качество строительных материалов и т. д. Из-за повышенной или недостаточной влажности могут развиваться болезни, разрушаться со временем здания и сооружения, портиться продукты питания, появляться плесень и т. д.

В этой связи межпредметный проект «Роль влажности в природе и технике» является весьма актуальным.

В рамках этого проекта можно рассмотреть создание приборов для увлажнения воздуха, для измерения влажности, изучить и предложить собственные альтернативные методы определения влажности различных тел или сред и т. д.

Обучающиеся могут поставить в качестве цели проекта следующие:

- разработать прибор для увлажнения воздуха;
- разработать прибор для измерения влажности;
- разработать методику по измерению влажности;
- рассмотреть различные способы определения влажности.

Если, например, в качестве цели выбрана четвёртая (рассмотреть различные способы определения влажности), то примерными задачами могут быть:

- изучить нормы влажности;
- изучить приборы для измерения влажности;
- изучить приборы для увлажнения воздуха;
- изучить влияние влажности на здоровье человека;
- изучить влияние влажности на продукты питания;
- изучить влияние влажности на строительные материалы;
- изучить влияние влажности на технику;

- разработать методику по измерению влажности;
- разработать способы определения влажности;
- изучить способы определения влажности газообразной среды и твёрдых тел;

- сделать прибор для увлажнения воздуха;
- сделать прибор для измерения влажности.

Например, выбраны следующие задачи:

- изучить нормы влажности;
- изучить приборы для измерения влажности;
- изучить приборы для увлажнения воздуха;
- изучить влияние влажности на здоровье человека;
- изучить влияние влажности на продукты питания;
- изучить влияние влажности на строительные материалы;
- изучить способы определения влажности газообразной среды и твёрдых тел.

Объект исследования: влажность различных сред и материалов.

Предмет исследования: способы определения влажности.

Гипотеза: влажность оказывает большое влияние на жизнедеятельность человека.

Одним из разделов данного проекта может являться «Гидрофизические свойства материалов. Влияние влажности на свойства материалов».

Гидрофизические свойства материалов.

Влияние влажности на свойства материалов

Физическое воздействие водной и паровой среды на различные материалы имеет большое значение в практике. Отношение материала к статическому или периодическому действию воды или пара характеризуется гидрофизическими свойствами:

- гигроскопичность,
- капиллярное поглощение,
- водопоглощение,

- водостойкость,
- водопроницаемость,
- паропроницаемость,
- влажностные деформации,
- морозостойкость.

Гигроскопичность – способность вещества поглощать и конденсировать водяной пар из воздуха. Это свойство возникает благодаря сорбции, которая представляет собой физико-химический процесс «вытягивания» водяного пара из воздуха и как результат появление на внутренней поверхности материала, капиллярной конденсации.

Капиллярная конденсация возможна только в капиллярах с малым радиусом, потому что давление насыщенного водяного пара на вогнутой поверхности мениска и плоской поверхности в капиллярах с большим радиусом отличается незначительно. Гигроскопичность зависит от материала, размера и характера пористости, от условий окружающей среды, температуры и относительной влажности.

В пористых материалах капиллярное всасывание воды происходит по капиллярным порам. Капиллярное всасывание можно охарактеризовать: интенсивностью всасывания, высотой поднятия уровня воды в капиллярах материала и количеством поглощённой воды. Для того чтобы точно определить высоту всасывания воды, применяют метод «меченых атомов» или измерение электропроводности. Уменьшение интенсивности капиллярного всасывания свидетельствует об улучшении структуры материала и увеличении его долговечности.

Водопоглощение – это возможность материала вбирать и удерживать в своих порах воду. Поры не полностью заполняются водой, потому что водопоглощение всегда меньше пористости.

Материал во влажном состоянии меняет свои свойства. Когда материал насыщается водой, повышаются плотность и теплопроводность, появляются некоторые структурные изменения в материале, которые вызывают появле-

ние внутренних напряжений, которые, как правило, приводят к снижению прочности материала.

Влажностные деформации – это изменение размеров и объёма материала при изменении влажности. Уменьшение объёма и размеров материала при его высыхании называется усадкой или усушкой, а увеличение объёма и размеров при увлажнении до полного насыщения материала водой называется набуханием или разбуханием. Усадка происходит в результате: уменьшения толщины слоёв воды, окружающих частицы материала; действия внутренних капиллярных сил, которые стремятся приблизить частицы материала друг к другу. Набухание происходит из-за того, что полярные молекулы воды, проникая между частицами или волокнами, составляющими вещество, как бы расклинивают их, при этом гидратные оболочки вокруг частиц утолщаются, внутренний мениск исчезает, а вместе с ним и капиллярные силы. Материалы с высокой пористой и волокнистой структурой, способные поглощать много воды, характеризуются значительной усадкой. Древесина поперёк волокон 30 ... 100 мм/м; керамический кирпич 0,03...0,1 мм/м; тяжёлый бетон 0,3...0,7 мм/м).

Водопроницаемость – способность материала пропускать воду под давлением. Характеристикой водопроницаемости является количество воды, прошедшее в течение одной секунды через один квадратный метр поверхности материала при заданном давлении воды. Для определения водопроницаемости используются различные устройства для создания необходимого давления воды в одном направлении на поверхности материала. Способ подбора зависит от назначения и разнообразия материалов. Водопроницаемость зависит от плотности и структуры материала. Чем больше пор в материале и чем они крупнее, тем выше водопроницаемость.

Паропроницаемость и газопроницаемость – это способность материала пропускать водяной пар или газы (воздух) через поры и трещины. Паропроницаемость характеризуется коэффициентом паропроницаемости, численно равным количеству водяного пара, проникающего в слой материала толщи-

ной один метр, площадью один квадратный метр за одну секунду, и разностью парциальных давлений пара 133,3 Па. Газопроницаемость (воздухопроницаемость) оценивается тем же коэффициентом. Эти характеристики определяются для тщательной оценки физических свойств, строительного материала или для их специального назначения.

подавляющее большинство неорганических материалов, веществ, компонентов, а также и органических, обладают определённой степенью гигроскопичности. Для пористых материалов существует определённая зависимость между величиной поглощения ими влаги, так называемой гигроскопической влажностью, и относительной влажностью окружающего воздуха. Максимальная гигроскопическая влажность материалов соответствует максимальной влажности воздуха в 100%.

Нежелательное увеличение гигроскопической влажности материала может привести к:

- увеличению веса и/или объёма (изменению плотности);
- изменению электрической проводимости;
- изменению теплоотдачи и теплопередачи;
- протеканию химических реакций;
- изменению качества продукции;
- изменению эффективности процесса;
- изменению вязкости жидкости;
- изменению прочности на растяжение или разрыв;
- изменению гибкости и пластичности;
- изменению условий роста бактерий и микроорганизмов.

Материалы с незначительной гигроскопичностью также подвергаются воздействию водяного пара во влажном воздухе, что первоначально проявляется в поверхностных слоях.

Во втором параграфе можно рассмотреть «Значение влажности в жизни человека». Данная тема поможет обучающемуся разобраться в причинах некоторых заболеваний, принять меры по их предотвращению, а также узнать,

с помощью чего можно измерить влажность различных материалов, и с помощью чего можно регулировать влажность воздуха в помещении.

Значение влажности в жизни человека

Наше здоровье зависит от состояния и качества воздуха, которым мы дышим. Он влияет на многие аспекты нашей жизни – это самочувствие, жизнедеятельность, работоспособность,

Прежде всего, отметим, что непрерывное высушивание воздуха системами отопления, действием ультрафиолетовых лучей и плитой на кухне приводит к обезвоживанию организма, кожа быстро сохнет и стареет, возникают аллергические реакции, бронхиальная астма. Низкая влажность воздуха сопровождается заболеванием лёгких, слизистых оболочек носа и гортани. Но высокая влажность тоже довольно вредна, испарение происходит медленно, а влажная среда благоприятна для развития вирусов и бактерий.

Чтобы влажность в помещении была в пределах нормы, можно проветрить квартиру. Но проблема в том, что этот метод работает, когда температура на улице выше, чем в доме. Для решения этой проблемы было изобретено устройство, которое обеспечивает сбалансированный коэффициент увлажнения и насыщения организма кислородом. Их называют увлажнителями воздуха. Проанализировав рынок, можно выявить, что увлажнители воздуха бывают разнообразные, с дополнительными функциями и совершенно простые. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Увлажнители воздуха.

Название	Фотография	Описание
Увлажнитель воздуха STARWIND SHC1322, 3л, белый		Обладает максимальной эффективностью работы в помещениях до 35 м ² . Его производительность составляет 280 мл/час.

Увлажнитель воздуха POLARIS PUH 6080 TFD, бл, черный		В модели установлен бак для воды на 6 л. Расход составляет 400 г/ч.
Увлажнитель воздуха POLARIS PUH 9105 IQ Home, 5л, черный		Мощностью 30 Вт. Имеется встроенный гигрометр, термометр и ионизатор. Производительность до 500 мл/час. Прибор рассчитан для использования в помещении площадью 45 м ² .
Увлажнитель воздуха PHILIPS HU4813/10, 2л, черный / серый		Резервуар объемом 2 л. Площадь помещения должна составлять до 44 м ² . Работа прибора до 8 ч.

Существует два типа увлажнителей воздуха:

Механические. Они работают следующим образом: бак заполняется водой, которая поступает из него в сменные картриджи, и через встроенный вентилятор воздух прогоняется через них.

Ультразвуковые. Они имеют встроенную специальную мембрану, которая превращает воздух в холодный пар своей высокой частотой колебаний.

Влажность определяют с помощью специальных приборов гигрометров. Существуют различные виды гигрометров: для определения влажности воздуха, древесины, земли, пищевого сырья, в животноводстве (инкубаторе, брудере, помещениях с животными и птицей).

Для измерения влажности воздуха используются следующие виды гигрометров:

- волосяной;
- плёночный;
- кондуктометрический;
- весовой и конденсационный;

- керамический;
- психрометрический;
- электронный.

Волосяной гигрометр.

Прибор предназначен для обнаружения изменений содержания влаги в пределах 30-80%. Волосяной гигрометр относится к приборам механического типа. Устроен он просто. Конструктивные элементы: металлический каркас, человеческий волос, на котором закреплён небольшой груз, шкив, стрелка, шкала с делениями предусмотрены. Принцип работы устройства основан на изменении длины волоса под воздействием окружающей среды.

Плёночный гигрометр.

Устройство выдерживает более значительные механические нагрузки, чем волосяной аналог. Прибор измеряет влажность воздуха по принципу волосяного гигрометра: стрелка перемещается при увеличении/уменьшении размера мембраны.

Весовой и конденсационный гигрометр.

Принцип работы основан на увеличении веса вещества, который впитывает влагу. С помощью прибора измеряют абсолютную влажность воздуха в помещении. Конструкция предусматривает несколько соединённых трубок, заполненных хлоридом кальция. Такой гигрометр обнаруживает изменения влажности в помещении, определяя разницу между весом до и после того, как гигроскопичное вещество поглощает влагу из окружающей среды. При этом результаты получаются максимально точными. Конденсационный гигрометр – это прибор для измерения относительной влажности воздуха. Для того чтобы измерить влажность воздуха используется принцип определения разности температур. Гигрометр работает по принципу: под воздействием светового луча, падающего на специальное зеркало, появляется конденсат или образуются кристаллы льда. Относительная влажность воздуха определяется разницей температур до и после появления конденсата.

Психрометрический гигрометр.

Принцип работы прибора также основан на измерении температуры окружающей среды. Конструкция психрометрического гигрометра предусматривает 2 термометра (сухой и влажный), а не 1, как в ранее рассмотренном приборе.

Керамический гигрометр.

При работе прибора измеряется электрическое сопротивление массы из керамического материала и металлических частиц. Используемые материалы: каолин, глина, кремний. Устройство работает лучше всего, если масса содержит металл.

Электронный гигрометр (цифровой).

При выборе способа максимально точного измерения влажности в помещении следует учитывать электронную версию прибора. Принцип его работы основан на изменении сопротивления хлорида лития, который покрывает пластину внутри гигрометра. Для повышения точности предусмотрен встроенный термометр.

Данные по некоторым гигрометрам представлены в таблице 2.

Таблица 2. Гигрометры.

Название	Фотография	Описание
Irisk Измеритель влажности и температуры 02 белый		Показатели влажности (от 5% до 80%) и температуры (в °C от -50 до +70).
Измеритель влажности, температуры воздуха компактный AZ8708		Исследование влажности RH возможно в диапазоне 0%-100%, температуры – в диапазоне -20 до 50°C. Шкала измерения имеет следующую цену деления: температурная – 0,1°C, влажности – 0,1%. Погрешность температурных измерений составляет 0,6°C, влажности – 3% (5%). Одно измерение проводится за 60 секунд. Температура рабочей внешней среды 0-50°C.

Настольный монитор температуры и влажности воздуха AZ87796		Измеряет следующие параметры: температура воздуха в диапазоне от 0 до 50°C, относительная влажность воздуха в диапазоне от 20 до 90 %RH. Прибор позволяет фиксировать максимальные и минимальные значения при измерениях. С помощью сигнальных пределов можно запрограммировать "опасную зону", при входе в которую сработает звуковая (65 Дб) и световая сигнализация.
Измеритель влажности и древесины техметр ИВД-10 (Черный)		Можно проверить сухость дерева, узнать, сколько влаги в воздухе. Представлен список видов древесины, которые можно проверить. Напротив каждого типа написана буква, ее нужно выбрать перед проведением анализа, чтобы данные были максимально точными и достоверными.
Метеостанция Boneco X200		Разница в показаниях температуры $\pm 1^\circ\text{C}$, относительной влажности $\pm 1\%$. Измерения - влажность в помещении, температура в помещении. Диапазон показателей температуры $-0 - 50^\circ\text{C}$ Диапазон показателей влажности 20 - 90%.
Устройство для определения влажности и в пищевых продуктах TAGLER Элекс-7М		Предназначен для определения влажности пищевого сырья и продуктов в соответствии с требованиями ГОСТ 21094, ГОСТ 3626. Устройство позволяет выполнять высушивание пищевого сырья и продуктов при заданной температуре в течение требуемого времени. По результатам взвешивания сырья до и после высушивания производится расчёт его влажности.
Цифровой измеритель 5 в 1: pH, влажности, температуры, освещенности, гигрометр почвы. JHL-9918		Измеряет pH от 3 до 8, указывая кислотность и щелочность, в то время как значения влажности от 1 до 8 указывают на сухость или влажность почвы. Диапазон измерения: 3-8 pH, 1-8 влаги. Разрешение: ± 0.2 Точность: ± 0.2 pH (подходит для сельскохозяйственных и классных экспериментов) Рабочая температура: $5 \sim 50^\circ\text{C}$.
Индикатор влажности и ИВТ-1 (+20...+70) C		Индикатор влажности ИВТ-1 (+20...+70) C. На пластмассовом основании закреплены два термометра, температурная шкала, психрометрическая таблица и стеклянный питатель. Термометрическая жидкость - толуол. Индикаторы не подлежат поверке.

Измеритель влажности и температуры контактный ADA ZHT 70 (2 in 1) (древесина, стройматериалы, температура воздуха) {A00518}		Разработан для измерения влажности дерева, штукатурки и бетона с одновременным измерением температуры окружающего воздуха. Применяется в строительстве, на складах пиломатериалов, сушильных установках древесины. Детектор позволяет измерять относительную влажность древесины в диапазоне от 1% до 70%, строительных материалов в диапазоне 0,1% - 2,4% с погрешностью $\pm 4\%$, а также температуру в диапазоне от -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Точность измерения влажности древесины: 0-30%: $\pm 1\%$; 30-60%: $\pm 2\%$; 60-70%: $\pm 4\%$.
Датчик измерения температуры и влажности		Датчик для измерения температуры и влажности можно использовать для контроля температуры и влажности в животноводстве (инкубаторе, брудере, помещениях с животными и птицей), в растениеводстве, а также для бытовых измерений.

Таким образом, рынок богат различными приборами, которыми быстро и легко можно измерить влажность воздуха в помещении, древесине, почве, и т. д. Увлажнить или наоборот высушить воздух для нормы влажности в помещении, который рекомендует СанПиН.

В третьем параграфе можно рассмотреть «Влияние влажности на продукты питания», что всегда являлось актуальной проблемой.

Влияние влажности на продукты питания

Значительная часть технологических процессов в пищевой промышленности осуществляется в водной среде, и поэтому многие полуфабрикаты и пищевые продукты содержат определённое количество влаги. В связи с этим массовая влажность является одним из важнейших показателей при оценке качества пищевых продуктов. Этот показатель можно найти в технической документации практически на все виды пищевых продуктов. Массовая доля влаги напрямую связана со сроком хранения продукта, так как избыток влаги способствует химическим реакциям и развитию микроорганизмов, вызывающих плесень и разложение продуктов.

Массовая доля влаги оказывает непосредственное влияние на технико-экономические показатели предприятий. Избыток влаги, с одной стороны, может увеличить выход пригодных продуктов (например, в колбасных изде-

лиях) и, с другой стороны, снизить его (как, например, увеличение влажности муки на 1% снижает выход хлеба на 1,5-2%). Увеличение влажности перерабатываемого сельскохозяйственного сырья может привести к увеличению энергозатрат.

Нормативно-техническая документация, учитывающая большое значение этого показателя, устанавливает максимальные нормативы массовой доли влаги в пищевых продуктах, а также методы её определения. На практике этот показатель является обязательным для всех видов сырья, полуфабрикатов и продуктов питания.

Все методы определения массовой доли влаги в продукции можно разделить на прямые и косвенные.

Прямые методы включают в себя все химические методы, основанные на взаимодействии воды и химического реагента. Эти методы определения массовой доли влаги достаточно трудоёмки, требуют больших затрат времени и не всегда гарантируют необходимую точность результатов. Для ученика этот метод не целесообразен.

К косвенным методам измерения массовой доли влаги относятся термогравиметрические методы (основанные на высушивании), денситометрические методы (основанные на измерении оптической плотности) и др. Эти методы позволяют не определять количество влаги, содержащейся в самом продукте, а измерять физический показатель, который непосредственно функционально связан с содержащейся в нём влагой. Эти методы достаточно быстрые, точные, инструментально обеспеченные и метрологически развиты.

Наиболее распространённым косвенным методом определения массовой доли влаги является термогравиметрический метод, основанный на расчёте разницы в массе исследуемого продукта до и после сушки. Данный метод может использовать ученик. Существует много различных модификаций этого метода. Все они зависят от физико-химических свойств исследуемого продукта, различных условий отбора проб, подготовки образца к сушке,

условий и режима сушки (температура, способ теплопередачи к высушиваемому продукту, время сушки).

В продуктах, содержащих вещества, способные разлагаться при высоких температурах, сушку проводят при пониженном давлении. В тех случаях, когда сушат вязкие материалы (например, сахарный сироп, карамельную массу) для облегчения и ускорения процесса диффузии влаги, применяют наполнители, для которых используют кварцевый или обыкновенный речной кальцинированный песок. Наполнитель смешивается с тестируемым продуктом, образец становится рыхлым, и это способствует высушиванию. Кроме того, в процессе сушки не образуется корочка, что также препятствует диффузии влаги на поверхность изделия.

При сушке таких продуктов, как мясо, испытуемый образец также помещают в песок, чтобы исключить возможность образования корочки. В некоторых случаях ролики фильтровальной бумаги используются для сушки вязких жидкостей.

Основной целью сушки исследуемого образца для определения массовой доли влаги является минимизация потерь сухих и летучих веществ, содержащихся в продукте при удалении влаги.

Способы сушки могут быть разными. Наиболее распространённым процессом является сушка путём испарения при подводе тепла. Испарение часто происходит при температурах ниже температуры кипения удаляемых жидкостей. Сушка бывает естественной и искусственной. Естественное происходит в атмосферном воздухе за счёт его температуры, искусственное в сушилках, сушильных шкафах или в специальных приборах и приспособлениях. Теплоносителем для искусственной сушки обычно служит нагретый воздух. Однако используется и радиационный (инфракрасный) нагрев.

Во время сушки влага из внутренних слоёв перемещается на поверхность материала, где испаряется за счёт тепла, поступающего в окружающий воздух. Скорость (интенсивность) сушки зависит от движения влаги внутри материала и удаления её с поверхности испарения в окружающую среду. Раз-

личают следующие виды связи влаги с материалом: химические (в точных количественных соотношениях), физико-химические, в том числе адсорбционные (поглощаются белком и крахмалом), осмотические, в различных структурных, не строго определённых соотношениях, и механические (влага макрокапилляров и микрокапилляров и влага на поверхности) в неопределённых соотношениях. Во время сушки удаляется влага, которая связывается физически и механически. Скорость испарения влаги с поверхности материала пропорциональна разности парциальных давлений пара на поверхности и в окружающей среде. Чем суше газовая среда, тем интенсивнее испарение жидкости. Коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом тепломассообмена, зависит от гидродинамических условий движения воздуха вокруг тела, физических констант среды и влажности воздушной среды.

Весь процесс сушки влажного тела происходит в течение двух периодов (период постоянной скорости сушки и период уменьшения скорости сушки). В первый период влажность материала на поверхности испарения выше максимальной гигроскопичности, а давление пара равно давлению насыщенных паров над чистой жидкостью при температуре испарения. При этом скорость сушки не зависит от влажности материала, а его температура близка к температуре адиабатического испарения воды (то есть к температуре влажного термометра). Когда материал высыхает, наступает момент, когда поверхностная влажность становится меньше максимальной гигроскопичности, а парциальное давление пара жидкости меньше давления насыщенного пара при соответствующей температуре. В течение этого периода скорость сушки зависит от влажности материала и непрерывно уменьшается по мере удаления влаги. Скорость сушки становится нулевой, когда влажность материала равна равновесной влажности.

В процессе сушки изменяются физико-технологические свойства высушиваемого материала. В зависимости от процесса сушки могут быть получены различные скорости сушки и технологические характеристики материала. Возможны изменение цвета, запаха, возможное окисление материала,

разложение и испарение ароматических веществ, денатурация белков, потеря витаминов, усадка и т. д. Поэтому при выборе режима и способа сушки учитывается не только достижение максимальной интенсивности сушки при минимальных затратах тепла и электроэнергии, но и сохранение определённых показателей качества исследуемого пищевого продукта.

При определении массовой доли влаги, как правило, подвод тепла к высушиваемому материалу осуществляется конвекцией (воздух предварительно нагревается электронагревателями), контактом (тепло передаётся за счёт теплопроводности) или излучением (инфракрасное излучение).

Явления, происходящие в высушиваемом объекте в процессе сушки в лабораторном сушильном шкафу, делают сам процесс сушки несколько условным. Для того чтобы минимизировать условия способа и получить сопоставимые результаты, необходимо строго соблюдать одинаковые условия режима сушки (температура, скорость воздуха, размер суспензии, степень измельчения продукта, размер сушильной камеры в сушильном шкафу). Все эти условия достаточно строго регламентированы в государственных стандартах методов испытаний пищевых продуктов.

Существует два основных метода определения массовой доли влаги путём сушки: высушивание до постоянной массы и ускоренный метод (последний существует в двух модификациях: ускоренный метод и экспресс-метод).

Ускоренными методами определяют массовую долю влаги в крупах, муке, крахмале, макаронных, хлебобулочных и кондитерских изделиях, влажность и летучие вещества в растительных маслах и др. В зависимости от его физико-химических свойств, для каждого продукта используются строго определённые условия (температура сушки, время сушки и способ подачи тепла). Время высыхания чаще всего составляет 40-50 минут (для экспресс-метода – 5-12 минут). Ускорение процесса сушки приводит к тому, что разложение веществ, при высокой температуре протекает более резко, что, безусловно, сказывается на точности полученных результатов.

Кроме того, применение ускоренного способа сушки к продуктам с повышенной влажностью, например, хлебобулочным изделиям, часто даёт явно заниженные результаты из-за отсутствия сушки самих продуктов.

В таблице 3 указаны оптимальные значения относительной влажности и температуры воздуха для различных видов производства или хранения.

Таблица 3. Значения влажности воздуха для хранения продуктов и материалов.

Виды	Температура, °С	Относительная влажность, %
Хранение муки	18–27	50–65
Хранение дрожжей	0–7	60–75
Хранение круп	16	30–45
Хранение яиц	2–12	75–80
Хранение картофеля	4–16	85–90
Сахар	27	30
Хранение яблок	-1	75–85
Хранение сухофруктов	2–10	65–75
Хранение древесины	20	40
Влажность бетона для стен жилых домов	20	13
Хранение бумаги	24–27	40–60

Таблица 4. Конечная влажность для сухофруктов и древесных материалов.

Виды	Относительная влажность, %
Абрикос целый с косточкой	18
Абрикос целый без косточки, половинок	20
Персики половинками	17
Слива сушеная	22–25

Виды	Относительная влажность, %
Фанера, ДСП, паркет	6–8
Древесина для стройматериалов	12–18
Внутренние двери и окна	8–10
Хранение древесины	20
Влажность бетона для стен жилых домов	20
Хранение бумаги	24–27

Методы измерения влажности материалов

1. Метод измерения с использованием карбида кальция.

Влажный образец материала обрабатывают карбидом кальция. В результате реакции образуется газ, количество которого пропорционально влажности объекта. Например, песок смешивают с карбидом кальция в герметичном контейнере. Давление образующегося ацетилена служит мерой влажности песка.

2. Метод Карла-Фишера.

Метод основан на использовании йодометрической реакции. Обработка материала органическим растворителем удаляет воду быстрее. Такой метод не может быть использован для материалов, образующих соединения с растворителями. Мерой влажности является ток, возникающий при электролизе.

3. Электрокондуктометрический метод измерения влажности.

Метод широко используется благодаря своей простой конструкции, низкой стоимости оборудования, непрерывному измерению и низкой инерции. Логарифмическая зависимость между измеренной влажностью и электропроводностью затрудняет считывание значений влажности. Метод может быть применён к материалам, которые не являются электропроводящими в сухом состоянии. Этот метод нельзя использовать для измерения слишком сухих или слишком влажных материалов.

4. Диэлектрические методы.

Они широко используются в качестве дополнения к электрокондуктометрическим методам. Подходит для измерения влажности изделий, изолированных снаружи, а также в материалах с высокой влажностью, плотность материала оказывает большое влияние.

5. Инфракрасные методы.

Инфракрасные гигрометры основаны на использовании характерных полос водопоглощения для измерения влажности воздуха. Для твёрдых веществ поглощение измеряется отражением от поверхности. С помощью такого метода можно определить влажность поверхностных слоёв. Чтобы уstra-

нить этот недостаток, материал измельчают и перемешивают. Преимущество данного метода заключается в том, что он бесконтактный. Однако, метод чувствителен в слоях разной толщины и зёрнах разного размера.

6. Нейтронный метод.

Нейтронный метод используется для измерения влажности большого количества материала: песка, строительных материалов, шлака, а также для определения влажности строительного грунта.

7. Метод измерения влажности по температуре сушки.

Существует чёткая зависимость между влажностью и температурой высушиваемого материала при условии, что сушка осуществляется в камере при постоянных параметрах. Температура влажного высушиваемого материала сначала уменьшается в результате испарения, а затем остаётся постоянной до тех пор, пока поверхность объекта не станет влажной. Только в области гигроскопической влажности температура материала может быть повышена.

8. Метод гигротермического равновесия.

Существует тесная зависимость между влажностью гигроскопических веществ и относительной влажностью окружающего воздуха, описываемая сорбционной изотермой вещества. Метод используется для оценки высокогигроскопичных продуктов и позволяет определять влажность с погрешностью 1 %.

Для ученика будет трудно измерять влажность с помощью таких методов, как метод измерения с использованием карбида кальция, метод Карла-Фишера, диэлектрический, метод измерения влажности по температуре сушки.

Эксперимент с сахаром

Определение гигроскопичности сахара.

Цель: опытным путём определить гигроскопичность сахара при изменении влажности воздуха.

Приборы и материалы: сахар (рафинад), электронные учебные весы, ведро, отпариватель.

Ход работы:

1. Взвесить кубик сахара на весах, записать результаты в таблицу.
2. Измерить влажность воздуха в помещении, где находится сахар, записать результаты в таблицу.
3. Поместить сахар и отпариватель под ведро на 30 минут, через 15 минут измерить влажность воздуха внутри конструкции, результаты записать в таблицу.
4. Спустя 30 минут от начала эксперимента снова взвесить кусочек сахара, результаты записать в таблицу.
5. Найти разность масс.
6. Записать вывод в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты эксперимента.

№ Опыта	Наименование	Масса m , г	Влажность ϕ , %	Разность масс, $m = m_2 - m_1$, г
1	Сахар P_1	5,5	51	0,2
	Сахар P_2	5,7	91	
2	Сахар P_1	5,4	51	0,1
	Сахар P_2	5,5	91	
3	Сахар P_1	5,3	51	0,1
	Сахар P_2	5,4	91	

Выполнение эксперимента:

1. Взвесили кубик сахара на весах. $m = 5.5$ г (см. рис. 4).



Рис. 4. Взвешивание кубика сахара

2. Измерили влажность воздуха в помещении. Влажность $\phi = 51\%$ (рис. 5).

3. Поместили под ведро сахар, отпариватель, психрометр. Измерили влажность воздуха под ведром. $\phi = 91\%$. (см. рис. 5).



Рис. 5. Измерение влажности воздуха

4. Снова взвесили кусочек сахара: $m = 5.7$ г (см. рис. 6).



Рис. 6. Взвешивание кубика сахара

В ходе эксперимента выяснилось, что масса одного кубика увеличилась на 0,2 г. В пачке 90 кубиков, масса пачки $500 \text{ г} \pm 3\%$. Если бы сахар хранился при влажности 91%, масса пачки составила бы $m = 513 \text{ г}$.

Таким образом, сахар является достаточно гигроскопичным веществом, он хорошо впитывает влагу. Пользуясь этим, производители сахара могут обманывать покупателей, увеличивая, таким образом, массу сахара за счёт увеличения количества содержащейся в нём влаги, но, не увеличивая, количество самого вещества.

2.2. Межпредметный проект «Влияние света различных видов ламп на рост растений»

Актуальность данного проекта состоит в том, что при выращивании овощей, фруктов, ягод и т. д. в тепличных условиях используется искусственное освещение, и необходимо знать, как влияют различные типы ламп на рост и развитие растений.

Обучающиеся могут поставить следующие цели проекта:

- Разработать и собрать установку для исследования влияния различных типов ламп на рост и развитие растений;
- Предложить методику для исследования влияния различных типов ламп на рост и развитие растений;
- Выявить влияние спектра излучения различных ламп (накаливания, энергосберегающей, светодиодной) на растения.

Допустим, что поставлена цель: выявить влияние спектра излучения различных типов ламп (накаливания, энергосберегающей, светодиодной) на растения.

Примерные задачи для данного проекта могут быть следующими:

- Изучить влияние спектра излучения различных ламп на рост растений;
- Изучить фотометрические приборы;
- Собрать установку для выращивания растений;
- Разработать методику для выявления влияния спектра излучения на рост растений;
- Сравнить результаты измерений, сделать выводы.

В качестве примера возьмём следующие задачи:

- Изучить влияние спектра излучения различных ламп на рост растений;
- Собрать установку для выращивания растений;
- Сравнить результаты измерений, сделать выводы.

Объект исследования: различные виды ламп (накаливания, энергосберегающая, светодиодная).

Предмет исследования: влияние спектра излучения различных видов ламп (накаливания, энергосберегающая, светодиодная) на рост растений.

Гипотеза: растения будут расти лучше при освещении лампами накаливания.

Цель проекта: выявить влияние спектра излучения различных ламп (накаливания, энергосберегающей, светодиодной) на растения.

Приборы и материалы: лампа накаливания, лампа люминесцентная, лампа светодиодная, 3 специально изготовленные коробки, фольга, провода, таймер времени, блок питания (12 В), растения (томаты), линейка, вода.

Ход работы:

1. Собрать установку.
2. Посадить и прорастить растения.
3. Провести эксперимент не менее 3-х раз.
4. Занести данные в таблицы.
5. Сделать выводы о проделанной работе.

Этапы подготовки и проведения эксперимента

Раскладываем подготовленные комплектующие: провод ППВ 2-0,75 4 м; таймер времени ТМ-G11 16А 3500ВА; патроны для ламп с цоколем Е27; вилку подключения евро стандарт 250В-6А. Разрезаем провод на три равные части, пассатижами зачищаем кончик верхней изоляции кабеля до нужной длины, раскручиваем патроны ламп и вилку подключения. Снимаем ножом изоляцию с каждой жилы. Концы проводов зачищаем на 3 см, и на 7мм. Инструменты: пассатижи, отвёртка, нож канцелярский (см. рис. 7).



Рис.7. Монтаж патронов ламп

1. Вставляем провода в зажим патрона. Откручиваем контактные винты колодки патрона. На жилах провода закручиваем контактные колечки под винты крепления. Вставляем винты в колечки провода (см. рис. 8).



Рис. 8. Соединение проводов с патронами

2. Прикручиваем их к колодке патрона, цвет жилы и место её посадки на колодку в данном случае роли не играет. Любой цвет на любой контакт колодки. Вставляем колодки в юбку патрона. Закручиваем зажимы патронов (они у нас собраны). Берём вилку и приготовленные для неё вторые концы проводов (см. рис. 9).



Рис. 9. Соединение проводов с патронами

3. Все жилы одного цвета скручиваем вместе. Зажимаем их винтами в контактах вилки. Затем все три кабеля зажимаем в специальном держателе. Закрываем вилку и скручиваем её крепёжным винтом (см. рис. 10).



Рис. 10. Соединение проводов с вилкой

4. Подключаем таймер времени, программируемый вручную (см. рис. 11).



Рис. 11. Подключение таймера времени

Установки

5. Вырезаем стенки коробок из ДВП. Они представляют собой прямоугольники со сторонами: высота 40 см, ширина 20 см. Верхняя грань коробки представляет собой квадрат со сторонами 20 см. Вырезаем соединительные рейки для стенок длиной 40 см. Вырезаем в верхней части отверстие диаметром 6 см для патронов (лампа с цоколем E27) (см. рис. 12).



Рис. 12. Подготовка деталей для коробок

6. Собираем коробки (см. рис. 13).



Рис. 13. Сборка коробок

7. Для того чтобы растения росли в одинаковых условиях нужно, во-первых, сделать одинаковой освещённость. Для этого в коробках делаем прорези, куда будет вставляться оргстекло с нанесённой на него белой краской разной прозрачности (см. рис. 14).



Рис. 14. Подготовка оргстекла и коробок

8. Устанавливаем вентиляторы (см. рис. 15).



Рис. 15. Установка вентиляторов

Приготовление почвы и растений к эксперименту

1. В одинаковые пластмассовые стаканы насыпаем одинаковые объёмы земли (почва грунт), делаем два отверстия на дне стаканчика по бокам для того чтобы выливалась лишняя вода (см. рис. 16).



Рис. 16. Рассадка растений

2. Высаживаем семена томата в подготовленную землю (семена были куплены раннего сорта). Даём время прорасти.

Ход эксперимента

1. Когда растения проросли, отмечаем высоту растений на картонных полосках, ставим отметку уровня земли (см. рис. 17).



Рис. 17. Замер растений

2. Помещаем растения в коробки, свет включаем каждый день на 6 часов (см. рис. 18).



Рис. 18. Проведение эксперимента

3. Поливаем почву одинаковым количеством воды каждые два дня в одно и то же время в 18:00. Полив производился из большого шприца 200 мл, каждое растение получало воды 20 мл (см. рис. 19).



Рис. 19. Замер воды для полива растений

4. Замер роста растений производился каждый день в 18:00 (см. рис. 20).



Рис. 20. Замер роста растений

Данные первого исследования представлены в таблицах.

Таблица 6. Данные эксперимента для *энергосберегающей лампы*.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости, потраченный на полив растений (мл)
1	0,7	42	20

Таблица 7. Данные эксперимента для *лампы накаливания*.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,7	42	20
2	1,2		
3	1,2		
4	0,7		

Таблица 8. Данные эксперимента для *светодиодной лампы*.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	2,3	42	20
2	1,2		
3	1,2		
4	0,4		

Данные второго исследования представлены в таблицах.

Таблица 9. Данные эксперимента для *энергосберегающей лампы*.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,4	42	20
2	0,3		
3	0,2		

Таблица 10. Данные эксперимента для лампы накаливания.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,6	42	20
2	0,5		
3	0,4		
4	0,4		

Таблица 11. Данные эксперимента для светодиодной лампы.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,5	42	20
2	0,3		
3	0,3		

Данные третьего исследования представлены в таблицах.

Таблица 12. Данные эксперимента для энергосберегающей лампы.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,6	42	20
2	0,3		
3	0,2		
4	0,1		

Таблица 13. Данные эксперимента для лампы накаливания.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,7	42	20
2	0,5		
3	0,5		
4	0,4		

Таблица 14. Данные эксперимента для светодиодной лампы.

День	Высота прироста растений (см)	Количество времени, потраченное на освещение растений (ч)	Объем жидкости потраченный на полив растений (мл)
1	0,6	42	20
2	0,5		
3	0,5		
4	0,4		

Выводы:

1. В первом эксперименте растения росли лучше всего в коробке, где находилась светодиодная лампа, а хуже всего в коробке с энергосберегающей лампой.

2. Во втором эксперименте растения лучше росли в коробке с лампой накаливания, хуже в коробке с энергосберегающей лампой.

3. В третьем эксперименте наилучший рост растений наблюдался в установках со светодиодной и лампой накаливания.

Таким образом, можно сделать вывод, что по результатам трёх экспериментов худший рост томатов наблюдался при освещении энергосберегающей лампой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы был сделан обзор научной и учебно-методической литературы по тематике работы. Были выявлены особенности реализации межпредметных связей при изучении физики в школе, в том числе при организации проектной деятельности.

Рассмотрены различные виды проектов, этапы их выполнения, методы научных исследований, преимущества проектной деятельности.

Разработано содержание двух школьных проектов по физике, ориентированных на использование межпредметных связей: «Влияние спектра излучения различных видов ламп на растения», «Роль влажности в природе и технике».

Показано, что межпредметность играет важную роль в совершенствовании практической и научно-практической подготовки обучающихся.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимова В.Н./ Межпредметные связи и совершенствование процесса обучения. / Книга для учителя. – М.: Просвещение, 2012.
2. Федорец Г.Ф. / Межпредметные связи в процессе обучения. – М.: Наука, 1985.
3. Зверев И. Д./ Взаимная связь учебных предметов / И. Д. Зверев. – М.: Знание, 1977. - 64 с.
4. Перышкин, А. В. Физика. 7 кл.: учеб, для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. – 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2013.
5. Перышкин, А. В. Физика. 8 кл.: учеб, для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. 2-е изд., – М.: Дрофа, 2013.
6. Перышкин, Гутник: Физика. 9 класс. Учебник. ФГОС. Издательство: Дрофа, 2019 г.
7. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н., Физика 10 класс, учебник для общеобразовательных организаций классический курс, – М.: Просвещение, 2016 г.
8. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М., Физика 11 класс. /Учебник для общеобразовательных организаций. 23-е изд., – М.: «Просвещение», 2014.
9. Махмутов М.И./ Учебный процесс с использованием межпредметных связей / М.И. Махмутов, А.З. Шакерзянов. – М.: Высшая школа, 1985.
10. «Рекомендации по оформлению ученических исследовательских проектов по физике» [Электронный ресурс] <https://www.strategy48.ru/node/50> (дата обращения 14. 01.2021).
11. «Рекомендации по оформлению ученических исследовательских проектов по физике» [Электронный ресурс] <https://www.strategy48.ru/node/50> (дата обращения 14. 01.2021).
12. «Организация проектной деятельности в образовательном учреждении» [Электронный ресурс] <https://pandia.ru/text/79/074/64815.php> (дата обращения 13.01.2021).

13. Рыженков А.П. Физика. Человек. Окружающая среда. / Издательство «Просвещение», 1996г.