

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П.

Астафьева»

(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Кафедра физики, технологии и методики обучения

Петеримова Ксения Александровна
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ


«Методика формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений»

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Физическое и технологическое образование в новой образовательной практике

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой физики, технологии и методики обучения, к.п.н.

С.В.Латынцев


« 11 » 06.2026 Подпись 



Руководитель магистерской программы

д.п.н., профессор кафедры физики, технологии и методики обучения

В.И. Тесленко

« 22 » 07.2026 Подпись 


Научный руководитель

д.п.н., профессор кафедры физики, технологии и методики обучения

В.И. Тесленко

« 22 » 07.2026 Подпись 

Обучающийся К.А. Петеримова

« 18 » 05.2026 Подпись 

Дата защиты « 25 » 08 2026 г.

Оценка отлично

Красноярск 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1: ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ.....	8
1.1 Научная грамотность: сущность, структура, критерии сформированности	8
1.2 Динамическая модель познания природных явлений.....	18
1.3 Психолого-педагогические условия формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений.....	25
Выводы по главе 1.....	34
ГЛАВА 2: РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ.....	35
2.1 Концептуальные основы и методика формирования научной грамотности в процессе изучения физики.....	35
2.2 Этапы реализации разработанной методики формирования научной грамотности на основе динамической модели при изучении природных явлений.....	45
2.3 Организация и проведение педагогического эксперимента по проверке эффективности разработанной методики.....	60
Выводы по главе 2.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
Список используемых источников.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена стремительными трансформационными процессами в современной системе высшего образования, где развитие искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на формирование новых требований к образовательным компетенциям. В условиях технологического прогресса, вызванного развитием искусственного интеллекта, научная грамотность становится основополагающим приоритетом развития современной образовательной системы, таким образом, приобретая статус одной из ключевых компетенций, определяющих успешность профессиональной самореализации.

Глобализация научного знания и необходимость критического осмысления научной информации формируют запрос на принципиально новые методические подходы к организации образовательного процесса в ВУЗе. В контексте реализации Федерального Государственного Образовательного Стандарта высшего образования проблема формирования научной грамотности выходит за рамки узко предметной подготовки и приобретает междисциплинарный характер, требуя разработки инновационных методик, основанных на современных представлениях о природе научного познания.

Физика как одна из фундаментальных естественнонаучных дисциплин располагает уникальным потенциалом для развития научной грамотности обучающихся, поскольку демонстрирует универсальные методы познания природных явлений и закономерности объективной реальности. Традиционные подходы к преподаванию физики в высшей школе, ориентированные преимущественно на трансляцию готовых научных знаний и алгоритмов решения типовых задач. Они не обеспечивают формирования целостного представления о научном методе и не способствуют развитию исследовательских компетенций будущих педагогов [7].

Данное **противоречие** между возрастающими требованиями к научной грамотностью выпускников педагогических ВУЗов и недостаточной разработанностью методических систем её целенаправленного формирования определяет научную значимость данного исследования.

Анализ современной педагогической теории и практики высшего образования свидетельствует о наличии значительного числа исследований, посвященным различным аспектам формирования естественнонаучной и функциональной грамотности обучающихся. Вместе с тем, проблема разработки целостной методики развития научной грамотности студентов педагогических направлений подготовки на основе динамической модели познания природных явлений остаётся недостаточно изученной. Динамическая модель познания, предполагающая последовательное прохождение обучающимися всех этапов научного исследования - от наблюдения явления до построения теоретической модели и её экспериментальной проверки - представляет собой перспективный методологический базис для конструирования образовательного процесса, ориентированного на формирование истинной научной грамотности.

Степень проблемы характеризуется наличием фундаментальных работ отечественных учёных, посвящённых методологии научного познания, психолого-педагогическим основам преподавания естественнонаучных дисциплин и формированию исследовательских компетенций студентов. Однако существующие исследования не в полной мере раскрывают специфику применения динамической модели познания природных явлений в процессе целенаправленного развития научной грамотности будущих педагогов. Недостаточно разработанными остаются вопросы структурирования содержания физического образования в логике последовательного освоения этапов научного познания, определения критериев и уровней сформированности научной грамотности студентов, а также проектирования диагностического инструментария для оценки эффективности методических решений в данной области.

Таким образом актуальность данного исследования определяется совокупностью противоречий между:

- Возрастающими требованиями общества и государства к уровню научной грамотности выпускников педагогических ВУЗов и преобладанием традиционных подходов к преподаванию физики, не обеспечивающих целенаправленного формирования научной грамотности;
- Применением динамической модели познания природных явлений для развития научной грамотности студентов и недостаточной разработанностью методических основ её реализации в образовательном процессе высшей школы; Необходимостью объективной оценки уровня сформированности научной грамотности обучающихся и отсутствием валидного диагностического инструментария, адаптированного к специфике педагогического образования.

Объект исследования: процесс формирования научной грамотности студентов в системе высшего педагогического образования

Предмет исследования: методика формирования развития научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений в процессе обучения физике.

Цель исследования: разработать и научно обосновать методику формирования и развития научной грамотности студентов педагогического направления подготовки на основе динамической модели познания природных явлений в процессе обучения физики.

Гипотеза исследования: Формирование научной грамотности студентов педагогического направления подготовки будет осуществляться эффективно, если:

- Научная грамотность будет рассматриваться как интегративное качество личности, включающее трехкомпонентную структуру: когнитивный, процессуальный и ценностно-мотивационный компоненты;
- Методика обучения будет построена на основе динамической модели познания, предполагающей последовательное прохождение студентами всех этапов научного познания;

- Содержание и технология обучения будут обеспечивать активное включение студентов в исследовательскую деятельность с применением современного учебного оборудования и цифровых образовательных ресурсов;
- Будет разработан и систематически использован диагностический инструментарий, позволяющий отслеживать динамику сформированности научной грамотности у студентов на различных этапах обучения.

Для достижения поставленной цели определены следующие **задачи исследования:**

1. Раскрыть сущность, структуру и критерии сформированности научной грамотности
2. Проанализировать научную и методическую литературу о подходах к формированию научной грамотности в системе высшего образования
3. Разработать методику формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений
4. Разработать содержание, этапы реализации методики и диагностический инструментарий для оценки уровня сформированности научной грамотности
5. Апробировать разработанную методику в ходе педагогического эксперимента и проанализировать его результаты.

Методы исследования:

1. Общетеоретические (анализ научно-методической и психолого-педагогической литературы, построение гипотезы);
2. Эмпирические (наблюдение, педагогический эксперимент, обобщение опыта в исследовании выделенной проблемы, систематизация знаний по проблеме исследования)

Научная новизна исследования заключается в том, что уточнено понятие «научная грамотность» применительно к педагогическому образованию и определена её трёхкомпонентная структура; Разработана и теоретически обоснована методика формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений; Определены критерии показатели и уровни сформированности научной грамотности студентов педагогического ВУЗа

Теоретическая значимость: уточнено место понятия «научной грамотности» в системе функциональной грамотности

Практическая значимость: создан диагностический инструментарий для оценки сформированности компонентов научной грамотности и экспериментально подтверждена эффективность разработанной методики

На защиту выносятся следующие положения:

Формирование научной грамотности студентов педагогического направления подготовки будет осуществляться эффективно, если будут:

1. Выделены психолого-дидактические основы формирования научной грамотности обучающихся в процессе познания природных явлений
2. Разработана методика формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений
3. Разработан и используется диагностический инструментарий

Структура выпускной квалификационной работы состоит из введения, двух глав, заключения и списка использованной литературы. Во введении обоснованы актуальность темы исследования, определены цель, задачи, объект, предмет, гипотеза, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы.

По теме исследования опубликованы следующие статьи:

- «Формирование исследовательской компетенции учащихся при конструировании задач по физике». Региональная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по естественнонаучным наукам г. Владивосток
- «Формирование и развитие исследовательской компетенции учащихся на основе ситуационных задач по физике». Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием студентов, аспирантов и молодых ученых «Образование и наука в XXI веке: математика, физика, информатика и технологии в смарт-мире» в рамках XXV Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодёжь и наука XXI века»

- «Естественнонаучная культура как основа познания окружающего мира». XVI Всероссийской научно-методической конференции «Инновации в естественнонаучном образовании», г. Красноярск

ГЛАВА 1: ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

1.1 Научная грамотность: сущность, структура, критерии сформированности

Формулировка понятия «научная грамотность» в современной педагогической науке представляет собой важный аспект современного образования, который охватывает не только знание научных терминов и концепций, но и способность применения их в рассмотрении прикладных вопросов применения физических знаний. Анализ научно-методической литературы свидетельствует о различных подходах к определению данного понятия, что определяет междисциплинарный характер проблемы, находящейся на пересечении философии, дидактики, психологии и

социологии образования. Научная грамотность рассматривается исследователями не только как совокупность предметных знаний о природных явлениях и научных концепциях, но прежде всего как компетенция личности, определяющая способность человека ориентироваться в научной информации, критически оценивать достоверность источников, применять научные методы для решения практических проблем и формировать обоснованные суждения по вопросам имеющим отношения к науке и технологиям.

Понятие научного знания является ключевым в современной концепции научной грамотности. Одним из документов, описывающих саму концепцию научной грамотности и ее педагогический смысл и имеющих мировое значение в утилитарном смысле, является рамочный документ международного исследования PISA, обновляемый каждые 3 года (кроме пандемийного периода, сместившего график проведения исследования на один год), основанный на современных исследованиях в соответствующей области. В данном документе научное знание описывается с позиции трех его составляющих: содержательное знание (знание фактов, концепций, идей и теорий о мире природы, установленных наукой), процессуальное знание (знание процессов, которые ученые используют для установления сущности научного знания), эпистемологическое знание (понимание, наблюдение, теории, гипотезы, модели и аргументы); признание разнообразия форм научного исследования и понимание роли, которую экспертная оценка играет в установлении достоверности знаний) [22]. Р.К. Маккерди высказал идею о необходимости популяризации преподавания естественных наук широкому кругу населения, отмечая, что в наступившем веке новых информационных технологий «каждый образованный человек должен быть грамотен в науке (literate in science)» .

Следовательно, можно сделать вывод, что современное определение научной грамотности включает три основных момента:

1. Понимание методов научного познания
2. Умение интерпретировать эмпирические данные
3. Владение критическим мышлением

Методы научного познания - это совокупность правил, принципов и способов исследования, которые используются для получения научного знания. В свою очередь они делятся на эмпирические, теоретические, общенаучные и частные (табл. 1).

Таблица 1

Методы научного познания

Метод научного познания	Содержание метода
Эмпирические	<p>Наблюдение - целенаправленное восприятие явлений объективной действительности, в ходе которого приобретаются знания о внешних сторонах, свойствах и отношениях изучаемых объектов.</p> <p>Описание - фиксация результатов наблюдения или эксперимента путём различных систем обозначений (текст, графики, таблицы, фото)</p> <p>Эксперимент - исследование изучаемого объекта путём его воспроизведения в специально созданных и контролируемых условиях</p> <p>Измерение - определение количественных характеристик исследуемого объекта с использованием измерительных приборов.</p> <p>Систематизация - приведение ранее полученных фактов в единую систему</p>
Теоретические	<p>Анализ - разделение целостного предмета на составляющие части (стороны, свойства, признаки и т.д.), с целью их всестороннего изучения</p>

	<p>Синтез - соединение ранее выделенных частей (сторон, свойств, признаков, и т.д.) предмета в единое целое</p> <p>Абстрагирование - отвлечение от ряда свойств и отношений изучаемого предмета с одновременным выделением интересующих исследователя частей</p> <p>Обобщение - приём мышления, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов (переход от частного к общему)</p> <p>Индукция - метод исследования, в котором общий вывод строится на основе частных посылок</p> <p>Дедукция - способ рассуждения, посредством которого из общих посылок с необходимостью следует заключение частного характера</p> <p>Аналогия - приём познания, при котором на основе сходства объекта в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках.</p> <p>Моделирование - изучение объекта (оригинала) путём создания и исследования его копии (модели), замещающей оригинал с определённых сторон, интересующих познание.</p>
--	--

Интерпретация теоретических и экспериментальных данных - это важнейший этап научной деятельности, связанный с анализом и выводами, сделанными на основе

наблюдения и эксперимента. Этот процесс требует систематического подхода для выявления закономерностей и причинно-следственных связей.

Современное понимание научной грамотности базируется на признании её многокомпонентной структуры, включающей когнитивную, процессуальную и ценностно-мотивационную составляющие. **Когнитивный компонент** включает систему научных понятий, законов теорий и фактов, составляющих основу современной научной картины мира. Однако в отличие от традиционного подхода, ориентированного на энциклопедическую полноту знаний, современная трактовка подчеркивает необходимость глубокого понимания ключевых идей, принципов и методов, обеспечивающих объяснение широкого круга природных явлений. Способность структурирования разнообразной научной информации и умение устанавливать междисциплинарные связи между различными областями естественнонаучного знания. **Процессуальный компонент** научной грамотности отражает владение методами научного познания и способность применять их для исследования природных явлений и решения практических задач. Включает в себя владение наблюдать и описывать явления, формулировать исследовательские вопросы и гипотезы, планировать и проводить эксперименты, интерпретировать полученные данные, делать обоснованные выводы и представлять результаты в различных формах. Овладение научными методами научного исследования требуют не только теоретического ознакомления с логикой научного исследования, но и систематической практики участия в исследовательской деятельности, моделирующей реальные процессы получения новых научных знаний. Важнейшей характеристикой процессуального компонента выступает способность к критическому анализу информации научного характера, оценке надёжности источников, выявлению логических ошибок в рассуждениях и разграничению научного знания от псевдонаучных утверждений. **Ценностно-мотивационный компонент** научной грамотности определяет направленность личности на познание окружающего мира научными методами, интерес к естественным наукам и осознание их роли в развитии мира. Формирование данного компонента предполагает развитие познавательной

мотивации, любознательности, стремления к поиску истины - качеств, составляющих основу научной грамотности. Формирование ответственного отношения к применению научных знаний тесно связано с мировоззренческой функцией естественнонаучного образования и играет ключевую роль в формировании научного типа рациональности как основы дивергентного мышления.

Структурирование компонентов позволяет перейти к определению критериев сформированности научной грамотности у студентов педагогического направления подготовки. Критерии выступают для выделения показателей, на основании которых производится оценка уровня развития исследуемого качества [30].

Целесообразно выделить три группы критериев сформированности: когнитивный, деятельностный и ценностно-мотивационный.

Таблица 2.

Критерии сформированности научной грамотности

Критерий сформированности	Описание
Когнитивный	Полнота, глубина и системность естественнонаучных знаний, понимание сущности научного метода познания, владение понятийным аппаратом и способность устанавливать связи между различными научными концепциями.
Деятельностный	Степень владения методами научного исследования, умение планировать и проводить эксперименты, анализировать научную информацию, формулировать и проверять поставленные гипотезы, представлять результаты исследования в научном формате.
Ценностно-мотивационный	Уровень познавательного интереса к естественным наукам, осознанием значимости научного знания для профессиональной деятельности и готовностью использовать научный подход

На основе данных критериев можно выделить следующие уровни сформированности научной грамотности, позволяющие дифференцировать студентов в зависимости от степени овладения данной компетенцией. Будем использовать трехуровневую модель для сформированности научной грамотности, включающую: Репродуктивно-адаптивный (пороговый), Продуктивно-аналитический (базовый) и исследовательско-проектный (продвинутой) уровни.

Репродуктивно-адаптивный уровень:

Студент понимает научные тексты, но испытывает трудности с их интерпретацией и переносом в школьную практику. Характеризуется фрагментарными, бессистемными знаниями отдельных научных фактов, неумением применять научные методы решения, отсутствием устойчивого интереса к естественнонаучному познанию.

Продуктивно-аналитический уровень:

Студент самостоятельно анализирует данные, видит ошибки в псевдонаучных текстах и начинает адаптировать науку для школы. Свидетельствует о наличии достаточно полной системы базовых естественнонаучных знаний, владении основными методами научного исследования на аналитическом уровне, ситуативной познавательной мотивации.

Исследовательско-проектный уровень:

Студент способен создавать новые учебные материалы, опираясь на научную картину мира, и аргументированно опровергать псевдонаучные факты. Характеризуется глубокими систематизированными знаниями фундаментальных научных концепций, свободным владением методологией научного познания, способностью самостоятельно планировать и проводить исследования, критически анализировать научную информацию и формулировать обоснованные суждения по широкому кругу научных вопросов.

Таблица 3.

Уровни сформированности научной грамотности

Уровни	Описание
Репродуктивно-адаптивный	<p>1. Выявление и формулировка проблемы: Узнаёт научную проблему только в знакомом контексте (по шаблону). Не может выделить противоречие между научным фактом и житейским представлением ученика</p> <p>2. Поиск и анализ информации: Может найти определение термина в учебнике или интернете, но не сравнивает разные источники. Верит любой информации без критической оценки.</p> <p>3. Использование методов познания: Воспроизводит алгоритм лабораторной работы (из методички), но не понимает зачем нужен каждый шаг. Действует по инструкции.</p> <p>4. Интерпретация данных: Может пересказать график или таблицу, но не делает выводов о причинно-следственных связях.</p> <p>5. Дидактическое преобразование: Может объяснить тему «как в учебнике» (научным языком). Не умеет объяснить сложный термин на более простом понятном языке, подобрать жизненный пример.</p>
Продуктивно-аналитический	<p>1. Выявление и формулировка проблемы: Видит рассогласование между теорией и реальным</p>

	<p>явлением. Может сформулировать учебную проблему в рамках своей предметной области.</p> <p>2. Поиск и анализ информации: Использует несколько источников (статьи, базы данных). Проводит простую оценку достоверности (автор, год издания, цитируемость)</p> <p>3. Использование методов познания: Выбирает подходящий метод исследования (наблюдение, эксперимент и т.д.) адекватно поставленной задаче. Соблюдает базовые правила методов.</p> <p>4. Интерпретация данных: Видит связь, проверяет случайность это или закономерность</p> <p>5. Дидактическое преобразование: Успешно переводит научную статью в план урока: подбирает демонстративный эксперимент, или наглядную модель. Может объяснить ученику научный факт простым языком не искажая сути.</p>
Исследовательско-проектировочный	<p>1. Выявление и формулировка проблемы: Самостоятельно находит проблему исследования в школьной программе. Конструирует проблемные ситуации, мотивирующие учеников проводить мини-исследование.</p> <p>2. Поиск и анализ информации: Реализует полноценный обзор литературы Аргументированно критикует источник. Находит скрытые допущения в исследовании.</p> <p>3. Использование методов познания: Проектирует и проводит учебное исследование с нуля (ставит гипотезу, планирует эксперимент, обрабатывает полученные данные). Владеет основами статистической обработки результатов.</p> <p>4. Интерпретация данных: Формулирует гипотезы на основе данных. Предлагает проведение дополнительных экспериментов для проверки неоднозначных результатов.</p>

	5. Дидактическое преобразование: Создаёт дидактическую трансформацию сложного научного концепта.
--	--

Определение сущности, структуры и критериев сформированности научной грамотности студентов создают методологическую основу для проектирования образовательного процесса, целенаправленно ориентированного на развитие данного интегративного качества личности. Вместе с тем, теоретический анализ научной литературы и различных информационных источников, включая искусственный интеллект, показывает, что разработка эффективной методики формирования научной грамотности требует обращения к эволюции представлений о методах познания природных явлений и анализа накопленного педагогического опыта в данной области. Научная грамотность не формируется спонтанно в процессе традиционного предметного обучения, но требует специальной организации образовательной деятельности, моделирующей логику научного познания и обеспечивающей активное включение студентов в исследовательскую практику. Понимание научной грамотности как цели современного высшего образования влечет за собой необходимость пересмотра устоявшихся методических подходов к преподаванию физики и разработки информационных образовательных технологий, адекватных компетентностной парадигме профессиональной подготовки будущих педагогов.

1.2 Динамическая модель познания природных явлений

Понятие «Динамическая модель познания» в педагогической науке трактуется неоднозначно. В философском аспекте она рассматривается как отражение диалектического процесса движения мысли от абстрактного к конкретному, от явления к сущности, от эмпирического к теоретическому. В психологическом контексте динамическая модель познания раскрывает закономерности развития познавательной деятельности, этапы формирования понятий, переход от внешних предметных действий к внутренним умственным операциям. В дидактическом плане, она представляет собой систему последовательных этапов учебного познания, моделирующих логику научного исследования и обеспечивающих поэтапное формирование научных знаний и способов деятельности [12].

Следовательно, динамическая модель познания природных явлений представляет собой концептуальную конструкцию, отражающую процессуальный характер научного исследования через последовательность взаимосвязанных этапов, каждый из которых характеризуется определёнными познавательными действиями и результатами. В отличие от статических моделей, фиксирующих структуру научного знания в определённый момент времени, динамическая модель акцентирует внимание на временном аспекте познания, раскрывая механизмы трансформации полученного опыта в рациональные формы знания и последующего развития теоретических представлений. Сущностной характеристикой данной модели выступает диалектическое единство эмпирического и теоретического уровней познания, реализующееся через циклическую последовательность индуктивных и дедуктивных процедур.

Ключевыми характеристиками динамической модели познания являются поэтапность, рекурсивность и адаптивность. Поэтапность предполагает наличие дискретных стадий познавательного процесса, каждая из которых обладает собственной логикой и инструментарием. Рекурсивность отражает возможность возвращения к предыдущим этапам при получении новых данных или обнаружении противоречий в существующих концепциях, что обеспечивает накопительный характер научного прогресса. Адаптивность модели проявляется в её способности трансформироваться в зависимости от специфики исследуемого природного явления, применяемых методов и имеющихся технических возможностей.

Динамическая модель познания природных явлений является обобщенной моделью процесса физического познания. В работах В.Ф. Ефименко, В.В. Мултановского, В.Н. Мощанского, О.В. Плотниковой и др. описано применение концепции физической картины мира, а роль физических теорий исследуется в работах И.Д. Андреева, Л.Б. Баженова, Зориной Л.Я., И.С. Карасовой, И.В. Кузнецова, В.В. Мултановского, Г.И. Рузавина и др. [6.]

В.Г. Разумовский, разрабатывая теоретические основы методики обучения и преподавания физики, обосновал концепцию развития познавательной и творческой самостоятельности обучающихся на основе научного метода познания. Основой его подхода является принцип цикличности, предусматривающий последовательное прохождение этапов: сбор фактов, построение модели, вывод следствий и проведение эксперимента. Эта схема обеспечивает структурирование учебного процесса, способствуя глубокому освоению материала и формированию у обучающихся навыков самостоятельного научного мышления. Такой системный подход способствует развитию аналитических и исследовательских умений, при этом подчёркивая важность практической проверки теорий в рамках учебной деятельности [12].

Психологические основы динамической модели познания природных явлений раскрыты в трудах П.Я. Гальперина, разработавшего теорию поэтапного формирования умственных действий. Данная теория находит эффективное применение в естественнонаучном обучении, преобразовывая процесс усвоения

знаний из пассивного запоминания в активную деятельность по конструированию понятий. Обучение начинается с создания мотивации через проблемные ситуации, что стимулирует познавательный интерес обучающихся. Далее формируется ориентировочная основа действия: определяются объект и предмет исследования, цели и условия, что обеспечивает осознанность дальнейших шагов. Ключевым этапом становится материализованное действие - работа с реальными объектами, моделями и эксперименты, что позволяет учителю перевести абстрактные понятия на уровень конкретного опыта. Постепенно действие переносится на внешний план посредством проговаривания процедур и схем, а затем закрепляется на уровне понимания, когда ученик способен воспроизводить и анализировать изучаемое явление мысленно. Итоговый этап - формирование умственного действия, характеризующегося автоматизированностью и опорой на внутреннюю модель природного явления. Данный подход способствует глубокому пониманию, прочности знаний и развитию абстрактно-логического мышления, что занимает важную роль в образовании.

Динамическая модель физического познания (ДМФП) рассматривается как процесс развития физического знания (А.М. Мостепатенко) [12].

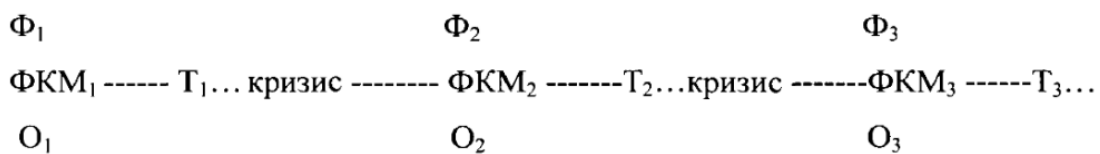


Схема 1. Динамическая модель физического познания

Обозначения:

Φ_1, Φ_2, Φ_3 , - философские идеи, лежащие в основе физической картины мира;

$\Phi KM_1, \Phi KM_2, \Phi KM_3$ - физические картины мира;

O_1, O_2, O_3 - экспериментальные факты, приводящие к созданию физической картины мира;

T_1, T_2, T_3 - физические теории.

Динамическая модель познания наиболее полно показывает структуру в организации научного познания:

- Природу физических знаний, его логическую структуру и связь с философским знанием;
- Метод построения физической теории или цикл теоретического познания (инвариантное звено в цепи);
- Диалектический характер физического познания: преемственность в развитии физических картин мира, связь в развитии физической теории с эволюцией физической картины мира;
- Системный характер физического знания [21].

Важной характеристикой динамической модели познания является её циклический характер. Познание не завершается после прохождения всех этапов, а продолжается на новом уровне: построенная модель применяется к исследованию более сложных явлений, уточняется и развивается, встраивается в более общую теоретическую систему. Каждый новый цикл познания опирается на результаты предыдущего, что обеспечивает спиралевидное развитие знаний, (Принцип спиралевидности дает возможность посмотреть на ранее изученные понятия и темы под другим углом, позволяет повторять и закреплять ранее пройденный и новый учебный материал, переосмысливать изучаемую в рамках учебного предмета ключевую информацию [31].) постепенное движение от простого к сложному, от частного к общему, от конкретного к абстрактному и обратно к конкретному, но уже обогащенному теоретическим знанием.

Динамическая модель познания природных явлений тесно связана с понятием модельного метода познания, играющего фундаментальную роль в современной науке. В учебном познании физики моделирование выступает не только как предмет изучения (обучающиеся знакомятся с различными моделями физических явлений), но и как метод познавательной деятельности, когда обучающиеся самостоятельно строят модели изучаемых явлений на основе физических теорий (см. Схема 2). Владение методом моделирования является важнейшей составляющей научной грамотности, поскольку позволяет применить научный подход к исследованию широкого класса явлений и процессов.

Реализация динамической модели познания в учебном процессе требует соблюдения ряда дидактических принципов. **Принцип проблемности** предполагает создание проблемных ситуаций на каждом этапе познания, стимулирующих познавательную активность обучающихся. **Принцип деятельности** требует организации активной познавательной деятельности обучающихся, самостоятельного прохождения всех этапов исследования. **Принцип наглядности** в контексте динамической модели познания означает обеспечение непосредственного контакта обучающихся с изучаемыми явлениями через демонстрационный эксперимент, лабораторные работы, компьютерное моделирование. **Принцип систематичности и последовательности** требует строгого соблюдения всех этапов познания, непрерывности процесса восхождения от эмпирического к теоретическому. **Принцип сознательности и активности** обеспечивается рефлексией процесса познания, осознанием используемых методов и полученных результатов.

Таким образом, динамическая модель познания природных явлений представляет собой теоретически обоснованную систему этапов учебного познания, моделирующую логику научного исследования и обеспечивающую последовательное развитие знаний обучающихся от эмпирического уровня к теоретическому.

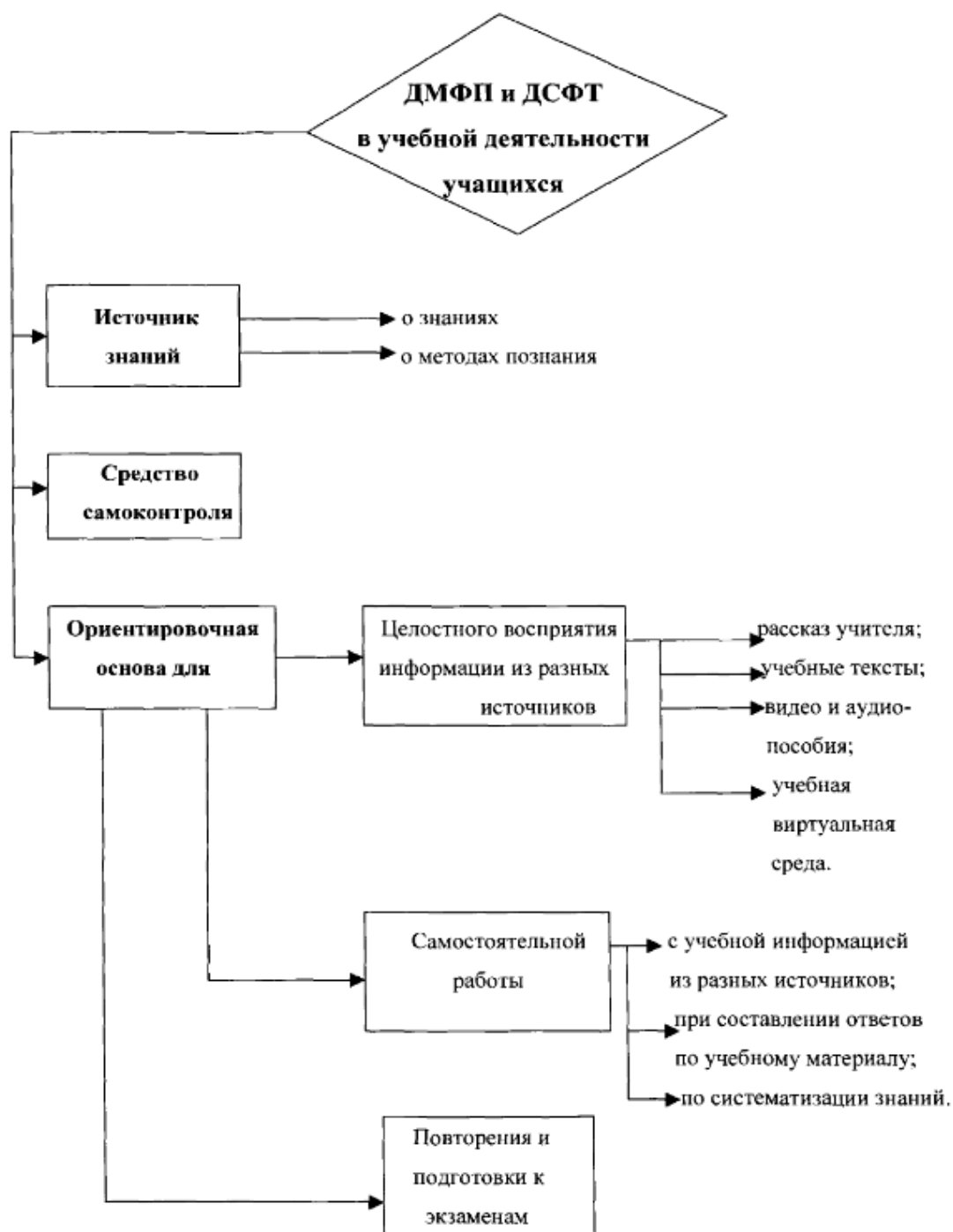


Схема 2.

Динамическая модель физического познания и динамическая структура физической теории в учебно-познавательной деятельности учащихся.

Обозначения:

DMFP - динамическая модель физического познания;

ДСФТ - динамическая структура физической теории.

В учебно-познавательной деятельности школьников динамическая модель физического познания и динамическая структура физической теории выполняют следующие функции (схема 2):

- а) ориентировочной основы для целостного восприятия учебного материала в изложении учителя;
- б) ориентировочной основы в самостоятельной работе с учебником и другими информационными источниками, в составлении обобщенного плана рассказа по определенному отрывку учебного материала; в систематизации знаний;
- в) источника знаний о знаниях, о методах и закономерностях познания;
- г) ориентировочной основы, опоры при повторении курса и подготовки к экзаменам;
- д) средства самоконтроля.

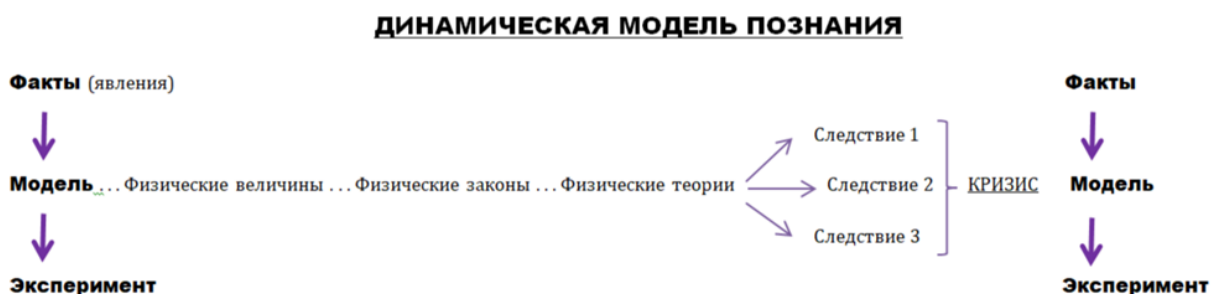


Схема 3 . Структура ДМП

Представленная схема (схем. 3) иллюстрирует процесс построения учебных занятий с использованием динамической модели познания. В начале выделяются **факты** (конкретные наблюдения и явления, которые закрепляются как исходные данные). Затем на основе этих фактов формируются **модели**, в которых раскрываются *физические величины, законы и теории*, лежащие в основе изучаемых явлений. Из этих моделей выводятся **следствия**, подтверждаемые **экспериментами**, что служит подтверждением правильности построения гипотез. Со временем, по мере накопления

знаний, возникает *кризис* (момент, когда существующие модели перестают полностью объяснять новые факты и противоречат наблюдениям). В этот период выделяются новые факты, строятся гипотезы и обновляются модели, что позволяет повторить весь цикл: Факты - Модели - Эксперимент. Этот непрерывный цикл развития знаний обеспечивает углубление понимания и совершенствование теоретических основ в рамках научного познания

1.3

Психолого-педагогические условия формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений

Эффективность формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений определяется комплексом психолого-педагогических условий, обеспечивающих оптимальное функционирование образовательного процесса. Под психолого-педагогическими условиями в современной дидактике понимается совокупность объективных возможностей содержания, форм, методов, средств и материально-технической базы, направленных на решение поставленных педагогических задач. Применительно к формированию научной грамотности, психолого-педагогические условия представляют собой систему факторов, способствующих эффективному прохождению обучающимися всех этапов

познавательной деятельности и развитию компонентов научной грамотности. (Ф - М - Э - Ф.в. - Ф.з. - Ф.т.)

Первым и наиболее значимым **условием** является создание устойчивой познавательной мотивации обучающихся к изучению природных явлений и применению научного метода познания. Мотивация выступает необходимым условием успешности учебной деятельности, определяет интенсивность и направленность познавательной активности.

Создание познавательной мотивации в рамках динамической модели познания может осуществляться через различные механизмы. Во-первых, через демонстрацию занимательных и необычных явлений, вызывающих удивление и желание разобраться в их природе. Эффект удивления, когда наблюдаемое явление противоречит обычным представлениям обучающихся, создаёт когнитивный диссонанс, который становится мощным стимулом познавательной активности. Во-вторых, через раскрытие практической значимости изучаемых явлений, их связи с современными технологиями, актуальными проблемами общества, что формирует понимание ценности научного знания. В-третьих, через организацию самостоятельной исследовательской деятельности обучающихся, в процессе которой они испытывают интеллектуальное удовлетворение от самостоятельно полученных результатов, что в свою очередь формирует мотивацию к познанию.

Второе условие связано с формированием у обучающихся системы методологических знаний о научном познании, его методах, структуре научного знания, критериях научной грамотности. Без понимания природы научного метода, логики научного исследования, соотношения эмпирического и теоретического уровней познания обучающиеся не смогут осознанно применять динамическую модель познания, а будут механически воспроизводить предложенные действия, не понимая их смысла и места в общей логике исследования. Методологические знания формируются не через отдельные лекции по методологии науки, а интегрируются в процесс изучения конкретных явлений: преподаватель специально обращает внимание на используемые методы познания, их возможности и ограничения, место данного

этапа в общей структуре исследования.

Особое

значение имеет формирование у обучающихся понимания роли моделей в научном познании. Необходимо целенаправленно развивать представления о том, что модель является упрощённым отображением реального объекта или явления, учитывающим только существенные для данного исследования характеристики. Любая модель имеет границы применимости; что одно и то же явление может описываться различными моделями в зависимости о цели исследования; что модель является средством познания, позволяющим переходить от эмпирического описания к теоретическому объяснению. Систематическая работа по построению, анализу, применению и совершенствованию моделей формирует модельное мышление, составляющее основу современной научной грамотности.

Третьим важнейшим **условием** выступает обеспечение субъектной позиции обучающихся в процессе познания, что предполагает их активное участие на всех этапах исследования явления от постановки проблемы до формулирования выводов. Традиционная объяснительно-иллюстративная методика, при которой учитель демонстрирует явление и сообщает готовые знания о нём, не может в полной мере обеспечить понимание логики научного познания, формируя при этом пассивную позицию обучающихся как потребителей готового знания. Только в ситуации, когда обучающиеся самостоятельно формируют гипотезы, планируют эксперимент, строят модель и анализируют результаты, как раз-таки развивает самостоятельность мышления обучающихся.

Реализация субъектной позиции обучающихся требует изменения роли преподавателя в образовательном процессе. Преподаватель выступает не как транслятор готовых знаний, а как организатор познавательной деятельности через постановку проблемных вопросов, подсказки, направляющие мысль обучающихся, организацию коллективного обсуждения результатов, помощь в преодолении познавательных затруднений. Такая позиция преподавателя способствует гуманистическому направлению в образовании, концепции педагогики сотрудничества, (В. Ф. Шаталов, И. П. Иванов, Ш. А. Амонашвили, С. Н. Лысенкова,

Е. Н. Ильин, Т. И. Гончарова и др.) суть которой в вовлечении детей в активное учение, совместном труде преподавателей и учащихся, непрерывном творчестве и духовном подъеме учителей и учеников, когда каждое педагогическое действие, решение, поступок проверены на гуманность, сотрудничество и развитие [9].

Четвёртым существенным **условием** является обеспечение материально-технической базы, позволяющей организовать непосредственное взаимодействие обучающихся с изучаемыми природными явлениями через демонстрационный и лабораторный эксперимент. Эмпирический этап познания, составляющий основу динамической модели, невозможен без реального наблюдения явлений, проведения измерений, накопления экспериментальных данных. При этом важно обеспечить не только традиционные демонстрационные опыты, выполняемые преподавателем, но и лабораторный практикум, где каждый обучающийся самостоятельно воспроизводит явление, осуществляет измерения, что создаёт эмпирическую основу для дальнейшего теоретического осмысления. Необходимо обеспечить современное оборудование и материалы, отвечающие требованиям безопасности и точности измерений, чтобы создать условия для максимально качественного и результативного эксперимента.

Современные информационно-коммуникационные технологии открывают новые возможности для организации эмпирического исследования явлений. Компьютерное моделирование и искусственный интеллект позволяет воспроизводить явления, недоступные для непосредственного наблюдения в учебных условиях (процессы микро- и мегамира, явления, протекающие с очень большими или очень малыми скоростями, опасные эксперименты). Виртуальные лаборатории дают возможность многократно воспроизводить явление, варьировать условия его протекания, что способствует выявлению закономерностей. Цифровые датчики и системы сбора данных обеспечивают высокую точность измерений, автоматическое построение графиков, тем самым повышая эффективность количественного исследования явлений. При этом необходимо помнить, что компьютерное моделирование не должно полностью заменять реальный эксперимент, а лишь дополнять его, расширяя возможности эмпирического исследования.

Пятым условием выступает организация коллективных форм познавательной деятельности, обеспечивающих коммуникацию обучающихся в процессе исследования. Социально-психологические исследования Г.А. Цукерман, В.В. Рубцова показывают, что учебное сотрудничество выступает мощным фактором интеллектуального развития, поскольку в процессе коллективного решения познавательных задач происходит столкновение различных точек зрения, взаимная критика и взаимная поддержка, что способствует развитию критического мышления, рефлексии, способности аргументированно отстаивать свою позицию [10].

В контексте динамической модели познания коллективные формы работы могут быть организованы на всех этапах исследования. На этапе эмпирического исследования эффективна работа в малых группах, где обучающиеся совместно проводят эксперимент, обсуждают наблюдаемые факты, формулируют первичные обобщения. При построении качественной модели продуктивна форма коллективного обсуждения, где различные группы предлагают свои варианты моделей, анализируются достоинства и недостатки каждого варианта, формируется общее решение. На этапе применения модели эффективна организация дискуссии, где обучающиеся обмениваются опытом применения модели к различным ситуациям, обсуждают границы её применимости. Важно организовывать коммуникацию не только внутри малых групп, но и между группами, а также между обучающимися и преподавателем, что создает полноценную коммуникативную среду.

Шестое условие связано с обеспечением дифференциации и индивидуализации образовательного процесса, учитывающей различный уровень подготовки обучающихся, индивидуальные особенности их познавательной деятельности. Реализация динамической модели познания требует от обучающихся высокого уровня познавательной активности, развитых интеллектуальных умений, что может вызвать затруднения у обучающихся с недостаточной базовой подготовкой. С другой стороны, обучающиеся с высоким уровнем развития могут испытывать недостаток познавательных вызовов при изучении относительно простых явлений. Дифференцированный подход предполагает варьирование уровня сложности

исследуемых явлений, степени самостоятельности обучающихся на различных этапах познания, объема педагогической поддержки со стороны преподавателя. Индивидуализация может осуществляться через различные механизмы: предоставление обучающимся выбора объекта исследования из нескольких вариантов различной сложности; дифференциацию заданий для самостоятельной работы по уровню проблемности; организацию индивидуальных образовательных маршрутов для обучающихся, проявляющих особый интерес к исследовательской деятельности; создание адаптивных компьютерных обучающих систем, автоматически подстраивающихся под уровень обучающихся. При этом важно обеспечить чтобы дифференциация не приводила к закреплению обучающихся в определенных группах («сильные», «слабые»), а способствовала развитию каждого в зоне ближайшего развития.

Седьмым условием является систематическая организация рефлексии процесса познания, направленной на осознание обучающимися пройденного пути исследования, использованных методов, полученных результатов. Рефлексия превращает стихийный опыт познавательной деятельности в осознанный, позволяет выделить обобщенные способы действия, применимые к исследованию различных явлений, что обеспечивает перенос сформированных умений на новые ситуации. Без рефлексии обучающиеся могут успешно исследовать конкретное явление под руководством преподавателя, но не сформируют обобщенную исследовательскую компетенцию, лежащую в основе научной грамотности.

Организация рефлексии может осуществляться в различных формах. После завершения исследования явления целесообразно предложить обучающимся составить схему проведенного исследования, выделив его основные этапы и использованные на каждом этапе методы. Эффективна форма рефлексивного обсуждения, где обучающиеся делятся своими затруднениями, успехами, находками, обсуждают альтернативные способы решения возникших в ходе работы проблем. Продуктивным является ведение исследовательского дневника, где обучающиеся фиксируют не только результаты исследования, но и свои размышления о процессе, возникающие

вопросы и идеи. Важно организовать не только итоговую рефлексию после завершения исследования, но и промежуточную рефлексию на каждом этапе познания, это помогает обеспечить осознанное движение по всей траектории исследования.

Восьмое условие связано с интеграцией различных естественнонаучных дисциплин в процессе познания природных явлений, т.е. междисциплинарный характер. Реальные природные явления редко могут быть адекватно описаны в рамках одной научной дисциплины, их понимание требует включения знаний из физики, химии, биологии, географии. Например, фотосинтез представляет собой единство физических (поглощение света), химических (химические реакции) и биологических (функционирование живой клетки) процессов.

Интеграция может осуществляться на различных уровнях: на уровне содержания через включение в изучение явления знаний из различных дисциплин; на уровне методов через применение методов познания, характерных для различных естественных наук; на уровне организации через проведение интегрированных уроков, межпредметных проектов. Особое значение имеет формирование у обучающихся целостной естественнонаучной картины мира, где физические, химические, биологические явления и процессы представлены в их взаимосвязи и взаимообусловленности. Это способствует преодолению фрагментарности знаний, формированию системного мышления, пониманию единства природы.

Девятое условие предполагает установление связи изучаемых природных явлений с современными научными исследованиями, технологическими достижениями и актуальными проблемами общества. Обучающиеся должны понимать, что изучаемые в курсе физики явления и закономерности не являются музейными экспонатами, завершёнными разделами науки, а составляют основу современных технологий, продолжают активно исследоваться, применяются для решения актуальных проблем. Такая связь формирует понимание ценности научного знания, его социальной значимости, мотивирует к более глубокому изучению предмета.

Реализация данного условия может осуществляться через различные методические приёмы: приведение примеров современных технологий, основанных на изучаемом явлении; обсуждение актуальных научных публикаций, посвященных исследованию данного явления; анализ социально-значимых ситуаций, где требуется применение научных знаний для принятия решений (экологические проблемы, энергетическая безопасность, медицинские технологии). Организация встреч с учеными, работающими в данной области, посещение научных лабораторий, участие в научно-популярных мероприятиях, всё это позволяет обучающимся увидеть живую науку, познакомиться с реальной исследовательской деятельностью.

Десятое условие связано с созданием системы оценивания, ориентированной на диагностику сформированности компонентов научной грамотности, а не только на проверку усвоения конкретных знаний. Традиционные формы контроля, основанные на воспроизведении заученных определений, формул, решении типовых задач, не позволяют в полной мере оценить способность применения научного метода к исследованию новых явлений, критически анализировать информацию, формулировать аргументированные выводы. Необходима разработка новых форм и методов оценивания, подходящей специфике научной грамотности как образовательного результата.

Эффективными формами оценивания научной грамотности являются: задания на применение знаний в новых контекстах; задания на анализ и интерпретацию экспериментальных данных; задания на критическую оценку научной информации; задания на планирование исследования; проектные и исследовательские работы; портфолио исследовательской деятельности. Необходимо использовать не только количественные, но и качественные методы оценивания, позволяющие выделить индивидуальный прогресс обучающегося, особенности его познавательной деятельности. Целесообразно привлекать обучающихся к оцениванию через организацию взаимооценивания, самооценивания, т.к. Это развивает саморефлексию, критическое мышление, способность к объективной оценке.

Таким образом, формирование научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений требует создания комплекса психолого-педагогических условий, включающих:

1. Создание устойчивой познавательной мотивации;
2. Формирование методологических знаний;
3. Обеспечение субъектной позиции обучающегося;
4. Организация эмпирического взаимодействия с явлениями;
5. Организация коллективных форм познавательной деятельности;
6. Дифференциация и индивидуализация обучения;
7. Систематичная рефлексия процесса познания;
8. Интеграция естественнонаучных дисциплин;
9. Установление связи с современной наукой и технологиями;
10. Создание системы оценивания.

Комплексная реализация данных условий обеспечивает эффективное функционирование динамической модели познания и развитие всех компонентов научной грамотности обучающихся.

Выводы по главе 1

Теоретический анализ проблемы формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений позволяет сформулировать следующие основные выводы.

Научная грамотность представляет собой интегративное личностное качество, включающее систему естественнонаучных знаний, исследовательских умений, критического мышления и мотивационно-ценностного отношения к научному познанию. Структура научной грамотности включает три взаимосвязанных компонента: когнитивный (система естественнонаучных знаний различного уровня обобщенности), процессуальный (исследовательские умения, способность применять научный метод) и мотивационно-ценностный (познавательная мотивация, ценностное отношение к науке). Формирование научной грамотности является приоритетной задачей современного естественнонаучного образования, что обусловлено требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, результатами международных сравнительных исследований качества образования, потребностями развития общества.

Динамическая модель познания природных явлений представляет собой обоснованную систему последовательных этапов учебного познания, моделирующую логику научного исследования и обеспечивающую поэтапное развитие знаний обучающихся от эмпирического уровня к теоретическому. Динамическая модель познания включает в себя ряд дидактических принципов: принцип проблемности, принцип деятельности, принцип наглядности, принцип систематичности и последовательности, принцип сознательности и активности.

Динамическая модель познания природных явлений создает оптимальные условия для формирования научной грамотности, т.к. обеспечивает:

1. Понимание обучающимися сущности природы научного знания, логики научного исследования, соотношения эмпирического и теоретического уровней познания;

2. Развивает исследовательские умения через организацию самостоятельного прохождения всех этапов научного исследования;
3. Формирует критическое мышление через сопоставление теоретических моделей с экспериментальными данными, оценку границ применимости моделей;
4. Способствует развитию познавательной мотивации через включение обучающихся в активную познавательную деятельность, создание ситуаций интеллектуального удовлетворения от самостоятельно полученных результатов.

Эффективность формирования научной грамотности на основе динамической модели познания обуславливается комплексом психолого-педагогических условий: создание устойчивой познавательной мотивации; обеспечение субъектной позиции обучающегося; организация эмпирического взаимодействия с явлениями; формирование методологических знаний; организация коллективных форм познавательной деятельности; дифференциация и индивидуализация обучения; систематичная рефлексия процесса познания; интеграция естественнонаучных дисциплин; установление связи с современной наукой и технологиями; создание системы оценивания, ориентированной на диагностику компонентов научной грамотности. Комплексная реализация данных условий обеспечивает развитие всех компонентов научной грамотности обучающихся.

Теоретические положения, сформулированные в первой главе, составляют концептуальную основу для разработки методики формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений, описанию которой посвящена вторая глава данного исследования.

ГЛАВА 2: РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

2.1 Концептуальные основы и методика формирования научной грамотности в процессе изучения физики

Разработка методики формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений требует определения

концептуальных оснований, раскрывающих философско-методологические, психолого-педагогические и предметно-методические основы образовательного процесса, направленного на формирование научной грамотности.

Философско-методологический базис разрабатываемой методики составляют положения диалектического подхода к познанию. Отражается логика развития научного знания, служащая основой для конструирования образовательного процесса, в котором студенты последовательно проходят все этапы познания природного явления - от эмпирического наблюдения через формулирование гипотез и построение теоретической модели к экспериментальной проверке и практическому применению полученного результата. Динамическая модель познания предполагает не линейное, а циклическое движение мысли, включающее многократное возвращение к эмпирическому материалу на качественно новом уровне понимая, что соответствует реальной практике научного исследования.

Психологическую основу методики составляет деятельностная теория учения, согласно которой развитие познавательных способностей и формирование научных понятий происходит в процессе активной познавательной деятельности субъекта, направленной на преобразование объекта познания. Усвоение научных знаний и методов не может быть результатом пассивного восприятия информации, а требует включения обучающегося в исследовательскую деятельность, воспроизводящую структуру реального научного познания. Принципиальное значение имеет положение о зоне ближайшего развития, определяющее необходимость организации образовательного процесса на уровне, несколько превышающем актуальные возможности студента и требующем педагогической поддержки для успешного выполнения познавательных задач. Постепенное повышение уровня самостоятельности обучающегося в исследовательской деятельности обеспечивает формирование обобщенных способов научного познания, переносимых на новые предметные области.

Дидактические основы методики определяются принципами научности, систематичности и последовательности, связи теории с практикой, сознательности и

активности, доступности и индивидуализации обучения. Принцип научности предполагает не только соответствие содержания обучения современным научным представлениям, но и ознакомление студентов с методологией научного познания, логикой научного исследования и критериями научного знания. Принцип систематичности реализуется через структурирование содержания физического образования в соответствии с логикой развития научного знания - от феноменологического описания явлений к их теоретическому объяснению на основе фундаментальных законов и принципах. Связь теории с практикой осуществляется посредством решения прикладных задач, демонстрирующих применение физических законов в технике и повседневной жизни, а также через интеграцию естественнонаучного и педагогического знания в контексте профессиональной подготовки будущих учителей.

Методологическим ядром разрабатываемой методики выступает динамическая модель познания природных явлений, представляющая собой дидактическую адаптацию реального процесса научного исследования. Данная методика включает пять взаимосвязанных этапов, образующих цикл познавательной деятельности.

Целью разрабатываемой методики является формирование научной грамотности обучающихся через организацию их познавательной деятельности в логике динамической модели познания природных явлений. Данная цель конкретизируется в системе задач, соответствующих компонентам научной грамотности:

- Формирование системы естественнонаучных знаний о природных явлениях различного уровня обобщенности (эмпирические факты, качественные закономерности, количественные законы, теоретические модели);
- Развитие исследовательских умений, обеспечивающих способность самостоятельно исследовать природные явления (умение наблюдать и описывать явления, формулировать исследовательские вопросы и гипотезы, планировать и проводить эксперимент, анализировать и интерпретировать данные, строить модели явлений, применять модели для объяснения);

- Развитие критического мышления, позволяющего оценить достоверность информации, выявлять противоречия, аргументированно обосновывать выводы на основе научных доказательств;
- Формирование познавательной мотивации к изучению природных явлений, ценностного отношения к научному методу познания, понимания роли науки в жизни общества;
- Формирование методологических знаний о научном познании, его методах, структуре научного познания, что обеспечивает рефлексию познавательной деятельности и перенос сформированных умений на новые ситуации.

Структура методики формирования научной грамотности включает целевой, содержательный, процессуальный технологических и оценочно-результативный компоненты, при этом все они находятся во взаимосвязи, организуя целостную систему:

Целевой компонент - определяет цель и задачи методики, описанные выше.

Содержательный компонент - включает в себя отбор природных явлений для изучения в логике динамической модели познания, а также систему знаний и умений, формируемых в процессе познания этих явлений.

Процессуальный компонент - представляет собой последовательность этапов познавательной деятельности обучающихся, соответствующую динамической модели познания.

Технологический компонент - включает формы, методы и средства обучения используемые на различных этапах познания.

Оценочно-результативный компонент - определяет критерии, показатели и методы диагностики сформированности научной грамотности.

Взаимосвязь этих компонентов позволяет построить системное и последовательное развитие научной грамотности у обучающихся. Именно на основе данного целостного подхода реализуются конкретные этапы разработанной методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания, каждый из которых способствует развитию определенных умений, навыков и

компетенций. Далее более подробно рассмотрим основные этапы формирования научной грамотности и особенности их реализации в рамках разработанной методики.

Первый этап - эмпирическое наблюдение и описание явления - направлен на формирование чувственно-конкретного представления о природном процессе, выявление его характерных признаков в фиксацию эмпирических закономерностей. Студенты наблюдают демонстрационные эксперименты, анализируют видеозаписи природных явлений, работают с реальным физическим оборудованием, развивая наблюдательность, точность описания и способность вычленять существенные характеристики объекта познания. Особое внимание на данном этапе уделяется формированию умения задавать исследовательские вопросы, которые становятся отправной точкой для последующего теоретического анализа.

Второй этап - формулирование проблемы и выдвижение гипотез - требует от студента перехода от эмпирического описания к теоретическому осмыслению наблюдаемого явления. Проблемная ситуация создается путем выявления противоречий в эмпирических данных, несоответствия наблюдаемых фактов имеющимся представлениям или необходимости объяснения механизма протекания процесса. Выдвижение гипотез - центральный элемент научного метода - представляет собой творческий акт построения предположительного объяснения, требующий актуализации теоретических знаний, воображения и интуиции. Педагогическое руководство на данном этапе заключается в стимулировании дивергентного мышления студентов, поощрении альтернативных гипотез и обучении критериям оценки их правдоподобности и проверяемости. Коллективное обсуждение выдвинутых гипотез в студенческой группе способствует развитию научной коммуникации и критического мышления.

Третий этап - планирование и проведение экспериментальной проверки гипотез - направлен на формирование процессуальных компонентов научной грамотности и овладение экспериментальными методами исследования. Студенты самостоятельно разрабатывают схему эксперимента определяют необходимое оборудование, продумывают последовательность действий, представляют возможные

результаты и способы их интерпретации. Реализация экспериментального исследования требует владения техникой физического эксперимента, умения работать с измерительными приборами, соблюдать технику безопасности, точно фиксировать результаты наблюдений. Важнейшей составляющей данного этапа является обучение методам обработки экспериментальных данных, оценке погрешностей измерений и представления результатов в различных формах - таблицы, графики, диаграммы. Использование цифровых лабораторий и компьютерного учебного оборудования повышает точность измерений и позволяет автоматизировать процесс сбора и первичной обработки данных.

Четвертый этап - анализ результатов, формулирование выводов и построение теоретической модели - представляет собой переход от эмпирического уровня познания к теоретическому обобщению. Студенты сопоставляют полученные экспериментальные данные с выдвинутыми гипотезами, оценивают степень их подтверждения или опровержения, формулируют эмпирические закономерности. Построение теоретической модели предполагает выявление сущностных характеристик исследуемого явления, установление причинно-следственных связей, математическое описание количественных зависимостей. На этом этапе особое значение приобретает интеграция нового знания систему ранее усвоенных научных представлений, установление междисциплинарных связей и осознание границ применимости построенной модели. Рефлексия процесса познания и осознание логики научного исследования способствуют формированию когнитивных умений и научной грамотности.

Пятый этап - практическое применение полученного знания и постановка новых исследовательских вопросов - замыкает цикл познания и одновременно открывает новый виток исследовательской деятельности. Студенты решают прикладные задачи, требующие использования установленных закономерностей, проектируют учебные эксперименты для школьников, разрабатывают методические материалы по изучению данного явления. Осознание практической значимости полученного знания усиливает мотивационный компонент научной грамотности и

способствует формированию целостного отношения к научному познанию. Формулирование новых исследовательских вопросов, возникающих в процессе изучения явления, демонстрирует студентам незавершенность научного познания и его развивающийся характер, стимулирует дальнейшую познавательную активность.

Трехкритериальная модель оценки (Табл.2), включающая когнитивный, деятельностный и мотивационно-ценностный критерии, позволяет получить целостное представление об уровне развития исследуемого качества. Мониторинг динамики формирования научной грамотности осуществляется на входном, промежуточном и итоговом этапах деятельности, что позволяет отслеживать эффективность методики формирования научной грамотности и вносить необходимые коррективы в образовательный процесс. Таким образом, разработанная методика формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений представляет собой целостную систему, интегрирующую целевые установки современного высшего образования и научно-обоснованное содержание обучения физике, инновационные образовательные технологии исследовательского типа. Концептуальные основы методики опираются на современные философско-методологические, психолого-педагогические и дидактические положения, обеспечивающие её научную обоснованность и потенциальную эффективность.

Для оценивания сформированности научной грамотности будем использовать таблицу с уровнями сформированности научной грамотности (См. табл. 3). Выделяют 3 уровня сформированности научной грамотности на основе выделенных критериев (См. табл.2): репродуктивно-адаптивный, продуктивно-аналитический и исследовательско-проектировочный. Оценивание осуществляется по следующим показателям проявления сформированности научной грамотности обучающегося:

1. Выявление и формулировка проблемы
2. Поиск и анализ информации
3. Использование методов познания
4. Интерпретация данных
5. Дидактическое преобразование

Таблица 4.

Показатели проявления сформированности научной грамотности

Показатели проявления	Репродуктивно-адаптивный (1б)	Продуктивно-аналитический (2б)	Исследовательско-проектировочный (3б)
Выявление и формулировка проблемы	РА1: Может повторить или переформулировать проблему из учебных текстов, без глубокого анализа	ПА1: Формулирует проблему, осознаёт актуальность, делает краткий анализ ситуации	ИП1: Умеет самостоятельно поставить сложную проблему, связать её с научными концепциями и расширить её.
Поиск и анализ информации	РА2: Осваивает стандартные источники, ищет известные данные, повторяет прочитанное	ПА2: Использует разносторонние источники, анализирует и сравнивает информацию, делает краткие выводы	ИП2: Ищет новые источники (включая ИИ), критически оценивает содержание, конструирует собственные гипотезы
Использование методов познания	РА3: Следует стандартным методам, применяет знакомые приемы без особого анализа	ПА3: Самостоятельно выбирает методы, понимает их принципы, умеет их применять	ИП3: Проектирует и проводит учебное исследование. Владеет основами статистической обработки результатов
Интерпретация данных	РА4: Может пересказать график или таблицу, но без использования причинно-следственных связей	ПА4: Видит связь, проверяет случайность это или закономерность	ИП4: Формулирует гипотезы на основе данных. Предлагает проведение дополнительных экспериментов для проверки неоднозначных результатов.
Дидактическое преобразование	РА5: Может объяснить информацию «как в учебнике», но не умеет объяснять сложный термин на более простом	ПА5: Успешно переводит научную статью в план урока, подбирает демонстративный эксперимент. Может объяснить научный	ИП5: Создает дидактическую трансформацию сложного научного концепта

	понятном языке, подобрать пример из жизни	факт используя фундаментальные понятия	
--	---	--	--

В таблице 4 представлены показатели сформированности научной грамотности у обучающихся. Каждый показатель оценивается по трём уровням: репродуктивно-адаптивный, продуктивно-аналитический и исследовательско-проектировочный. В зависимости от уровня развития соответствующих навыков и компетенций, каждому уровню присваивается определённое количество баллов

1 балл - соответствует базовому репродуктивно- адаптивному уровню

2 балла - соответствует среднему, продуктивно-аналитическому уровню

3 балла - соответствует высокому, исследовательско-аналитическому уровню

1. Репродуктивно-адаптивный уровень

На данном уровне обучающийся способен воспроизводить полученную информацию из учебных текстов или стандартных источников без глубокого анализа. Он умеет повторить, переформулировать проблему и использовать уже знакомые методы, но без особого творчества и критического мышления. Это базовый уровень проявления научной грамотности, ориентированный на механическое запоминание и применение стандартных приёмов.

РА1, РА2, РА3, РА4, РА5... и др. - показатели проявления сформированности репродуктивно-адаптивного уровня научной грамотности

2. Продуктивно-аналитический уровень

На этом этапе обучающийся использует более широкий спектр источников, умеет анализировать и сравнивать информацию, формулировать краткие выводы и понимать причинно-следственные связи. Он способен понимать принципы работы методов, выбирать их самостоятельно и интерпретировать данные, выявляя закономерности. В этом случае уже проявляется критическое мышление и аналитические способности.

ПА1, ПА2, ПА3, ПА4, ПА5... и др. - показатели проявления сформированности продуктивно-аналитического уровня научной грамотности

3. Исследовательско-проектировочный уровень

Это самый высокий уровень проявления научной грамотности. Обучающиеся способны самостоятельно формулировать сложные научные проблемы, проектировать исследования и анализировать полученные результаты, включая статистическую работу и качественное использование ИИ (искусственный интеллект). Студент способен проектировать новые подходы к изучению учебного материала и объяснять фундаментальные понятия, раскрывая их сущность.

ИП1, ИП2, ИП3, ИП4, ИП5... и др. - показатели проявления сформированности исследовательско-проектировочного уровня научной грамотности

Для определения уровня сформированности научной грамотности у обучающихся используется следующая шкала для определения уровня сформированности научной грамотности (табл.5):

Таблица 5

Шкала определения уровня сформированности научной грамотности

Баллы	Уровень сформированности
От 1 до 5 баллов	Репродуктивно-адаптивный уровень
От 6 до 10 баллов	Продуктивно-аналитический уровень
От 11 до 15 баллов	Исследовательско-проектировочный уровень

Этот подход позволяет не только определить текущие достижения обучающихся, но и планировать дальнейшие методические стратегии по развитию научной грамотности. Объективная оценка уровня сформированности научной грамотности способствует пониманию студентами, как своих сильных сторон, так и тех, что требуют улучшения, а для преподавателя - помогает корректировать учебный процесс, делая его более эффективным.

2.2 Этапы реализации разработанной методики формирования научной грамотности на основе динамической модели при изучении природных явлений

Практическая реализация методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений требует детальной разработки содержания и этапов обучения применительно к конкретным разделам курса физики в педагогическом вузе. В качестве содержательной области для апробации разработанной методики был выбран раздел «Механические колебания и волны», изучение которого предусмотрено рабочей программой дисциплины «Теоретическая физика» для студентов 2 курса направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, профиль «Физика и математика». Выбор данного раздела обусловлен несколькими факторами: во-первых, колебательные и волновые процессы имеют универсальный характер и встречаются в различных областях физики, что позволяет продемонстрировать единство природы и методов её познания; во-вторых, механические колебания доступны для непосредственного наблюдения и экспериментального исследования с использованием простого оборудования; в-третьих, изучение данной темы закладывает основу для понимания более сложных волновых явлений в оптике и квантовой механике.

Проектирование образовательного процесса в логике динамической модели познания (Ф - М - С - Э) начинается с отбора фактов природного явления, которое будет выступать объектом исследовательской деятельности обучающихся на протяжении всех этапах познания и введения моделей для объяснения этих фактов (например, модель математического маятника). В рамках раздела «Механические колебания и волны» в качестве такого базового явления были выбраны колебания математического маятника - классического объекта физического исследования, сочетающего простоту наблюдения с глубиной теоретического анализа. Первый этап - эмпирическое наблюдение и описание явления с помощью физических величин - организуется в форме вводного лабораторного занятия на котором студенты получают возможность непосредственно наблюдать колебания маятников различной конструкции, варьировать параметры системы и фиксировать изменения характера

движения. Преподаватель демонстрирует колебания математического маятника, физического маятника, пружинного маятника, предлагая студентам выделить закономерности движения и описать наблюдаемое движение, выделить его характерные особенности и ответить на вопросы: что общего в движении различных колебательных систем, чем они различаются, от каких факторов может зависеть характер колебаний.

На этапе эмпирического наблюдения принципиально важно создать условия для самостоятельной исследовательской активности студентов, предоставив им возможность варьировать параметры колебательной системы и наблюдать изменение результата. Работая с математическим маятником, обучающиеся изменяют длину нити, массу груза, амплитуду колебаний, измеряют период и частоту колебаний, фиксируют результаты в таблице. Качественный характер исследования на данном этапе сочетается с количественными измерениями, позволяющими выявить эмпирические закономерности. Студенты обнаруживают, что период колебаний не зависит от массы груза (в пределах точности измерений), возрастает при увеличении длины нити и практически не изменяется при небольших изменениях амплитуды. Формирование умения точно описывать наблюдаемое явление, используя физическую терминологию, составляет важнейшую задачу данного этапа. Преподаватель обращает внимание студентов на необходимость формирования таких физических понятий, как смещение, амплитуда, период, частота, фаза колебаний, физическая сущность которых демонстрируется на конкретных примерах.

Второй этап деятельности работы с динамической моделью познания - формулирование проблемы и выдвижение гипотез, инициируется постановкой исследовательского вопроса:

- от каких факторов зависит период колебаний математического маятника?
- как можно объяснить наблюдаемые закономерности?

Создание проблемной ситуации осуществляется путём демонстрации двух маятников одинаковой длины, но различной массы, которые совершают колебания с одним и тем же периодом, что противоречит житейским представлениям студентов о том, что более

тяжелый груз должен двигаться быстрее. Осознание противоречия стимулирует познавательную активность и создает мотивацию к поиску объяснения. В ходе групповой дискуссии студенты выдвигают различные гипотезы относительно факторов, определяющих период колебаний: длина нити, масса груза, амплитуда отклонения, ускорение свободного падения. Каждая гипотеза фиксируется и группа обсуждает способы её экспериментальной проверки, формулируя предсказания о том, какие результаты должны быть получены в случае справедливости данной гипотезы.

Важнейшей задачей преподавателя на этапе формулирования гипотез является создание атмосферы интеллектуальной свободы, в которой студенты не боятся высказывать предположения, даже если они окажутся ошибочными. Научный метод предполагает выдвижение и проверку множества гипотез, большинство из которых опровергаются экспериментом. Обучение критериям *научной гипотезы* - проверяемости, непротиворечивости, эвристичности осуществляется в процессе коллективного анализа выдвинутых предположений. Студенты учатся различать *научные гипотезы*, допускающие экспериментальную проверку и ненаучные утверждения, не имеющие эмпирических следствий. Формулирование альтернативных объяснений одного и того же явления развивает гибкость мышления и готовность к пересмотру своих представлений на основе новых данных - важнейшее качество научной грамотности.

Третий этап - планирование и проведение экспериментальной проверки гипотез, организуется в форме исследовательской лабораторной работы, в которой студенты самостоятельно разрабатывают план эксперимента, направленного на проверку выдвинутых гипотез. В отличие от традиционных лабораторных работ, где обучающиеся следуют готовому алгоритму действий, исследовательская лабораторная работа требует от них самостоятельного проектирования экспериментальной процедуры. Студентам предоставляется необходимое оборудование (штативы, нити различной длины, грузы различной массы, секундомеры или цифровую лабораторию с датчиками) и формулируется общая задача: установить зависимость периода колебаний математического маятника от различных параметров системы. Студенты,

работая в малых группах, планируют серию экспериментов и определяют какие величины необходимо измерить, как обеспечить точность измерений, сколько повторных измерений следует провести для получения достоверных результатов.

В процессе планирования эксперимента студенты осваивают важнейший принцип научного исследования - необходимость контроля экспериментальных данных. Для установления зависимости периода колебаний от длины маятника необходимо сохранять постоянными все остальные параметры: массу груза, амплитуду отклонения, условия эксперимента. Аналогично, при исследовании влияния массы груза на период колебания длина нити и амплитуды должны оставаться неизменными. Осознание логики экспериментального исследования, предполагающей систематическое варьирование одного фактора при сохранении остальных постоянными, формирует научную грамотность и способность к корректной интерпретации эмпирических данных. Проведение эксперимента требует владение техникой измерений, умение работать с приборами, точно фиксировать показания и оценивать погрешности. Использование цифровых лабораторий с датчиками движения позволяет автоматизировать процесс сбора данных и повысить точность измерений, однако не заменяет необходимости понимания физического смысла измеряемых величин.

Обработка экспериментальных данных включает в себя построение таблиц, графиков зависимости, вычисление средних значений и оценку погрешностей измерений. Студенты строят графики зависимостей периода колебаний от длины маятника, периода от массы груза, периода от амплитуды и анализируют полученные результаты. График зависимости периода от длины демонстрирует нелинейную возрастающую функцию, что требует дальнейшего анализа для установления конкретного вида зависимости. График зависимости периода от массы показывает отсутствие корреляции, опровергая одну из первоначальных гипотез. Умение представлять результаты эксперимента в графической форме и интерпретировать графики составляет важнейший компонент экспериментальных умений и научной грамотности.

Четвертый этап деятельности работы с динамической моделью познания - анализ результатов, формулирования выводов и построение теоретической модели представляет собой переход от эмпирического уровня исследования к теоретическому обобщению. На основе анализа экспериментальных данных студенты формулируют эмпирические закономерности: период колебания математического маятника не зависит от массы груза и амплитуды отклонения (при малых углах), возрастает с увеличением длины нити. Следующая задача - установить математический вид зависимости периода от длины маятника. Преподаватель предлагает студентам проанализировать полученные числовые данные и попытаться обнаружить математическую закономерность. Построение графика зависимости периода от квадратного корня из длины дает прямую линию, что позволяет предположить пропорциональную зависимость. Данный пример демонстрирует студентам роль математики как языка физики и метода установления количественных закономерностей.

Построение теоретической модели колебаний математического маятника требует привлечения фундаментальных законов механики - второго закона Ньютона и законов кинематики. Преподаватель организует проблемную лекцию, в ходе которой совместно со студентами выводится дифференциальное уравнение колебаний маятника, анализируются условия его применимости (малые углы применения), устанавливается формула для периода колебания. Теоретический вывод формулы позволяет объяснить обнаруженные экспериментально закономерности и сделать гипотезы, которые могут быть проверены в дальнейших экспериментах. Сопоставление теоретической формулы с экспериментальными данными показывает их согласие в пределах погрешности измерений, что подтверждает адекватность построенной модели. Студенты осознают взаимосвязь эмпирического и теоретического уровня научного познания: эксперимент служит источником данных для построения теории, а теория позволяет систематизировать эмпирические факты и формулировать новые гипотезы, проверяемые экспериментально.

Пятый этап - практическое применение полученного знания и постановка новых исследовательских вопросов реализуется через решение прикладных задач и разработку учебно-методических материалов. Студентам предлагается спроектировать часы на основе математического маятника с заданным периодом колебания, рассчитать изменение периода колебания маятника при перемещении часов из одного географического региона в другой (где ускорение свободного падения отличается), объяснить, почему маятниковые часы спешат или отстают при изменении температуры окружающей среды. Эти задачи демонстрируют практическую значимость изученных закономерностей и развивают способность применять научные знания в реальных ситуациях. Педагогический компонент профессиональной подготовки реализуются через задания разработать демонстрационный эксперимент по изучению колебаний маятника для школьников определенного возраста, подобрать или создать видеоматериалы, сформулировать исследовательские вопросы, адекватные познавательным возможностям обучающихся.

Постановка новых исследовательских вопросов стимулирует дальнейшую познавательную активность и демонстрирует незавершенность научного познания. В процессе изучения колебаний математического маятника возникают вопросы: как будет изменяться амплитуда колебаний с течением времени в реальной системе, каковы причины затухания колебаний, можно ли создать незатухающие колебания, что произойдет, если на колеблющийся маятник действовать внешней периодической силой? Эти вопросы становятся отправной точкой для следующего цикла познания - изучения затухающих и вынужденных колебаний, резонанса. Таким образом, содержание обучения структурируется не как линейная последовательность тем, а как система циклов познавательной деятельности, каждый из которых углубляет и расширяет понимание колебательных процессов.

Переход от изучения свободных колебаний к затухающим и вынужденным колебаниям, а затем к волновым процессам демонстрирует студентам динамику научного познания, как упоминали выше движение от простого к сложному. Каждый последующий цикл познания в рамках раздела «Механические колебания и волны»

организуется по той же логике динамической модели: наблюдение явления, формулирование проблемы и гипотезы, экспериментальное исследование, теоретическое обобщение, практическое применение. Вместе с тем, уровень самостоятельности студентов постепенно повышается: если на первом цикле преподаватель осуществляет значительную педагогическую поддержку на всех этапах, то в последующих циклах студенты берут на себя все большую ответственность за планирование исследования, выбор методов, интерпретацию результатов.

Такая организация образовательного процесса обеспечивает качественное усвоение методов научного познания и формирование способности к самостоятельной исследовательской деятельности - одного из ключевых компонентов научной грамотности. Систематическое прохождение всех этапов динамической модели познания применительно к различным природным явлениям формирует обобщённую схему научного исследования, которая может быть перенесена на новые предметные области и использована для решения разнообразных познавательных задач.

Описанная последовательность этапов разработанной методики формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений применима к изучению различных природных явлений в курсе физики. Конкретное содержание деятельности, методические приемы, продолжительность этапов может меняться в зависимости от специфики изучаемого явления, уровня подготовки обучающихся, имеющихся ресурсов, но общая логика динамической модели познания сохраняется. Систематическое использование данного подхода при изучении ключевых явлений курса физики обеспечивает поэтапное формирование всех компонентов научной грамотности обучающихся.

Далее рассмотрим применение динамической модели познания на примере раздела «Оптика». Эта модель предполагает последовательное и систематическое изучение явлений: сначала находятся и усваиваются базовые факты, затем строятся соответствующие модели, отражающие суть этих явлений, и наконец, подтверждаются и уточняются представления через проведение и анализ эксперимента.

Геометрическая оптика

ФАКТЫ:

- *Законы отражения;*

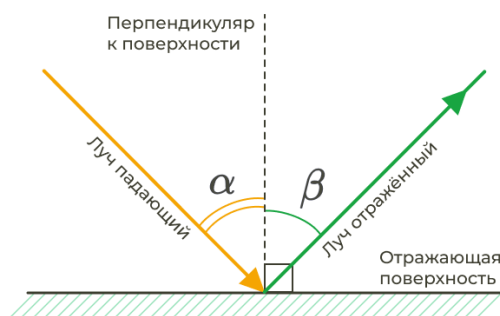


Рис. 1 Закон отражения света

1. Падающий луч, отраженный луч и перпендикуляр восстановленный в точку падения луча, лежащей на границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости(рис.1).
2. Угол падения равен углу отражения. Математически это выражается как $\alpha = \beta$, где α - угол падения, β - угол отражения

– *Законы преломления (Снелиуса);*

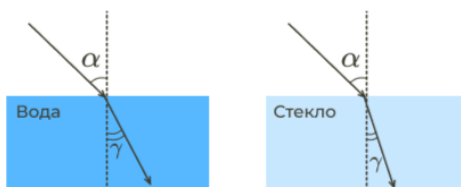


Рис.2 Законы преломления света

1. Падающий луч, преломленный луч и перпендикуляр восстановленный в точку падения луча, лежащей на границе раздела двух сред, лежат в одной плоскости
2. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная, равная отношению показателю преломления второй среды относительно первой(рис.3)

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Рис. 3

! Закон справедлив только для однородных сред, т.е. плотность не меняется

- *Прямолинейное распространение света;*

В однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.

Физический смысл закона: Фотоны (кванты света) движутся в однородной среде без взаимодействия друг с другом и изменения направления. Лишь столкновение со средой иной плотности или с препятствием может изменить направление распространения света.

- *Принцип независимости распространения световых пучков;*

В однородной и линейной среде интенсивность и направление одного светового пучка не изменяют параметры другого, что обеспечивает их независимое распространение.

- *Принцип Ферма*

Путь, по которому распространяется свет из одной точки в другую, есть тот на прохождении которого свету требуется наименьшее время.

МОДЕЛИ:

- *Световой луч* - математическая модель, которая позволяет приближённо описывать распространение света в оптических системах, игнорируя его волновые свойства. Бесконечно тонкий пучок света.
- *Среда однородная и прозрачная* - модель для описания распространения света, которая позволяет упростить анализ оптических явлений, используя представления о световых лучах и их траекториях.

СЛЕДСТВИЯ:

- *Закон обратимости световых лучей.* Из законов отражения и преломления (Снелиуса) следует, что если пустить луч из точки, куда пришёл отражённый или преломлённый луч, обратно вдоль той же траектории, он в точности повторит исходный путь.

Например, при явлении отражения: $\alpha = \beta$, то и $\beta = \alpha$,

при явлении отражения: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, то и $n_2 \sin \beta = n_1 \sin \alpha$

– *Формула плоского зеркала и свойства мнимого изображения.*

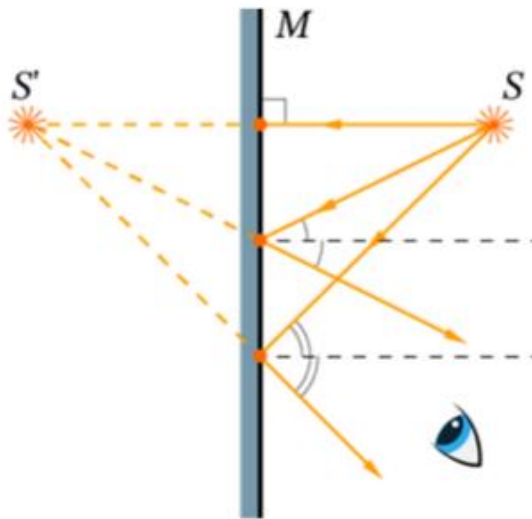


Рис.4 Ход лучей в плоском зеркале

S - действительное изображение

S' - мнимое изображение

Из закона отражения для плоского зеркала выводится:

1. Изображение мнимое (т.е. Лучи за зеркалом не пересекаются, там пересекаются только их воображаемые продолжения)
2. Изображение прямое (не перевернуто вверх ногами)
3. Изображение равно предмету по размеру
4. Изображение находится на таком же расстоянии за зеркалом, как предмет перед ним

– *Полное внутренне отражение.* Из закона Снелиуса: если свет идёт из оптически более плотной среды в менее плотную ($n_1 > n_2$), то при угле падения большем предельного $\alpha_0 = \arcsin (n_2/n_1)$, синус угла преломления стал бы >1 , что физически невозможно, поэтому происходит полное внутренне отражение без преломления.

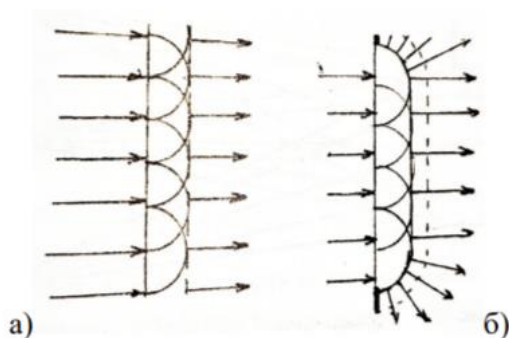
Волновая оптика

ФАКТЫ:

– Принцип Гюйгенса-Френеля

Каждая точка, до которой дошла волна, служит источником вторичных сферических волн. Огибающая вторичных волн даёт положение волнового фронта в следующий момент времени (принцип Гюйгенса).

Вторичные волны являются когерентными и суммируются по принципу интерференции. Амплитуда вторичной волны пропорциональна площади элемента поверхности, испустившего эту волну (принцип Френеля).



Распространение волны по Гюйгенсу

а) Плоская волна без ограничения фронта преградой

б) Фронт плоской волны после преграды

– Дифракция света

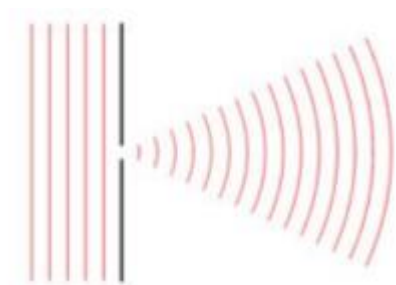


Рис. 5 Дифракция света

Световая волна огибает препятствия, размеры которых соизмеримы с длиной волны. При дифракции за препятствием наблюдается перераспределение светового потока, т.е. возникает дифракционная картина в виде чередующихся максимумов и минимумов интенсивности

– *Интерференция света*

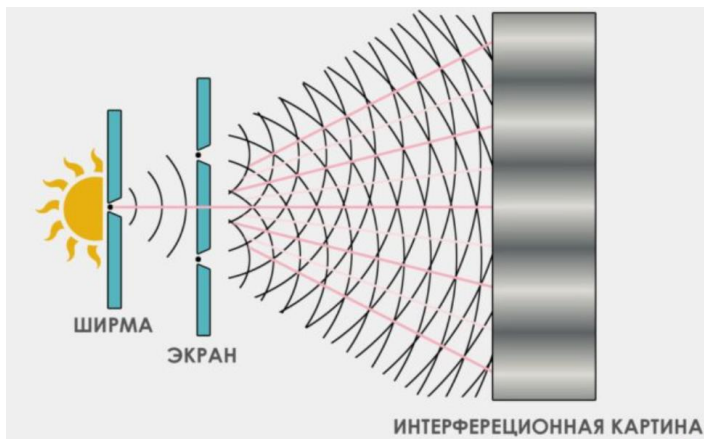


Рис. 6 Интерференция света

Сложение когерентных волн, при котором возникает устойчивая во времени интерференционная картина максимумов и минимумов освещенности (рис.6).

Условие максимума: $\Delta = m\lambda$

Наблюдается когда оптическая разность хода равна целому числу длин волн в вакууме или чётному числу полуволин.

Условие минимума: $\Delta = (2m + 1)\lambda/2$

Возникает когда оптическая разность хода равна нечетному числу полуволин, то есть полуцелому числу длин волн в вакууме

МОДЕЛИ:

– *Когерентные источники света*

Два (или более) источника света разность фаз излучения, которых постоянна во времени (или меняется очень медленно).

Модель, необходимая для наблюдения устойчивой интерференционной картины.

- Бесконечно узкая щель

Щель, ширина которой значительно меньше расстояния до экрана, но сравнима с длиной волны. В пределах щели фаза волны считается постоянной по фронту.

Модель, для расчёта дифракции Фраунгофера (в параллельных лучах)

СЛЕДСТВИЯ:

- *Пятно Пуассона*

Яркое пятно, которое возникает в центре геометрической тени непрозрачного объекта (например, круглого диска), освещённого направленным пучком света (рис.7).

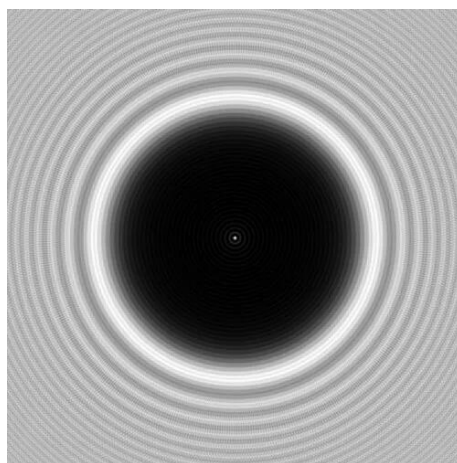


Рис. 7 Пятно Пуассона

Суть явления объясняется на основе принципа Гюйгенса-Френеля: точки на краю препятствия как источники вторичных когерентных волн. Если плоская волна падает на круглый диск параллельно оси, то все эти волны пройдут, одинаковое расстояние до точки в центре тени. В результате они придут в эту точку в одинаковой фазе и усилятся, создавая яркое пятно.

-
-
- *Дифракция Фраунгофера*

Дифракция в параллельных лучах, частный случай волновой дифракции, при котором падающие на препятствие волны и волны, идущие в точку наблюдения, являются плоскими.

Дифракция на одной щели:

Параллельный пучок света падает на щель шириной b . На экране формируется дифракционная картина: яркий центральный максимум, окруженный симметричными чередующимися темными и светлыми полосами. Минимумы интенсивности определяются из условия:

$$b \sin \varphi = \pm k \lambda, \text{ где } k = 1, 2, 3 \dots$$

Дифракция на дифракционной решетке:

Система из множества параллельных щелей, расположенных на одинаковом расстоянии d (период решетки). Главные максимумы определяются формулой:

$$d \sin \varphi = \pm k \lambda$$

Квантовая оптика

ФАКТЫ

– *Корпускулярно-волновой дуализм*

Свет проявляет одновременно волновые и корпускулярные свойства. В одних экспериментах обнаруживается волновая природа (интерференция, дифракция), а в других корпускулярная (фотоэффект, давление света).

– *Фотоэффект*

Вырывание электронов из вещества под действием света

Законы фотоэффекта (А.Г. Столетов)

1. Сила фототока насыщения прямо пропорциональна интенсивности падающего света.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов зависит только от частоты падающего света и не зависит от его интенсивности.
3. Для каждого вещества существует минимальная частота света (красная граница фотоэффекта), ниже которой фотоэффект не наблюдается

- Давление света

Свет при падении на поверхность оказывает на неё механическое давление.

МОДЕЛИ

- Фотон

Квант электромагнитного поля, обладающий энергией $E = h\nu$ и импульсом $p = h \cdot \lambda$

- Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + \frac{m_e v_e^2}{2}$$

Электроны поглощают свет квантами $h\nu$ (Выведенными Планком). Энергия кванта усваивается электроном целиком. Часть энергии кванта расходуется на работу выхода электрона из металла, остальное превращается в кинетическую энергию электрона

СЛЕДСТВИЯ

- Формула де Бройля

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Устанавливает зависимость длины волны, связанной с движущейся частицей вещества, от импульса частицы.

- Эффект Комптона

Результат упругого столкновения фотона со свободными электронами вещества. У легких атомов рассеивающих веществ электроны слабо связаны с ядрами атомов, поэтому их можно считать свободными.

Учитывая вышесказанное, можно сделать следующий вывод: структура «Факт - Модель - Следствие - Эксперимент» в рамках динамической модели познания, является упрощённым прототипом научного исследования. Если обучающийся освоил её, то он может развернуть её в план собственного мини-исследования.

Таблица 6.

Элемент структуры	Что делает исследователь
Факт	Задается вопросом «Почему так происходит?»
Модель	Выдвижение гипотезы
Следствие	«Если моя гипотеза верна, то должно наблюдаться ...»
Эксперимент	Подтверждает или опровергает гипотезу

В таблице 6 представлены основные элементы процесса познания, в рамках использования методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания и роль исследователя на каждом этапе.

Факт - это исходные данные или наблюдаемые явления. Исследователь задаётся вопросом «Почему так происходит?», т.е. ищет причины и объяснения изучаемых явлений.

Модель - выдвижение гипотезы, которая объясняет факт.

Следствие - предполагаемый результат, который должен наблюдаться, если гипотеза верна.

Эксперимент - метод проверки гипотезы. Он либо подтверждает правильность гипотезы, либо опровергает её, помогая при этом корректировать модель познания.

Эта структура познания обеспечивает реализацию системного и динамического подхода к научному познанию, где каждый этап опирается на предыдущий, создавая цикл проверки и уточнения научных знаний.

2.3 Организация и проведение педагогического эксперимента по проверке эффективности разработанной методики

Основные этапы организации педагогического эксперимента:

- **Первый этап (2024г)** связан со сбором информации, анализом и постановкой проблемы и задач исследования. Выявление знаний обучающихся о научной грамотности.
- **Второй этап (2024-2025г)** разрабатывалась методика формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений
- **Третий этап (2024-2025г)** разрабатывалась система оценивания на основе выделенных уровней сформированности
- **Четвертый этап (2026г)** связан с проверкой методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений

В педагогическом эксперименте по проверке эффективности использования методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений был проведён у студентов 2 курса КГПУ им. В.П. Астафьева по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) по профилю Физика и математика, в рамках предмета «Общая и экспериментальная физика», в частности при изучении раздела «Оптика».

Было проведено анкетирование, которое включало в себя несколько блоков: общие вопросы, влияние и помощь ДМП при изучении материала, влияние на логику и восприятие материала, преимущества и недостатки ДМП .

Общие вопросы

1. Использовали ли Вы динамическую модель познания (ДМП) при изучения раздела «Оптика»?
2. Если да, насколько часто Вы применяли динамическую модель познания (ДМП) в процессе обучения?
3. Общие впечатления о применении динамической модели познания (ДМП)

Влияние и помощь при изучении

1. Оказала ли Вам помощь использование динамической модели познания (ДМП) в понимании раздела «Оптика»?
2. Каким образом динамическая модель познания (ДМП) помогла Вам в изучении
3. Как Вы подходили к раскрытию содержания теорий (геометрическая оптика, волновая оптика, квантовая оптика) с помощью динамической модели познания (ДМП)

Влияние на логику и восприятие материала

1. Повлияло ли использование динамической модели познания (ДМП) на логику раскрытия материала?
2. Как именно изменился Ваш подход к изучению раздела?

Преимущества и недостатки динамической модели познания

1. Назовите, по Вашему мнению, основные преимущества использования динамической модели познания при изучении раздела «Оптика»
2. Назовите, по Вашему мнению, основные недостатки или сложности при использовании динамической модели познания

Общие впечатления о применении динамической модели познания (ДМП)

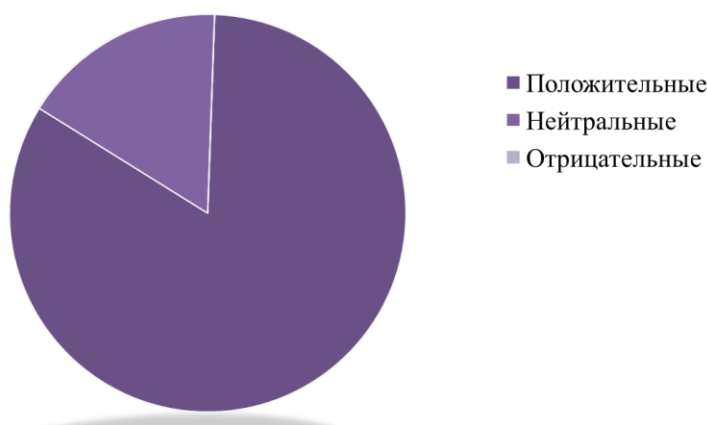


Рис. 8

Все принявшие в анкетировании обучающиеся подтвердили, что использовали данную модель в процессе освоения раздела «Оптика». Это показывает, что методика оказалась востребованной и привлекла внимание обучающихся, что в свою очередь говорит о хорошем восприятии и интересе к внедрению данной методики в образовательный процесс.

Большинство участников (83,3%) высказались положительно, отметив что использование динамической модели познания позволило сделать процесс изучения раздела «Оптики» более понятным, интересным и наглядным. Оставшиеся обучающиеся (16,3%) отмечают нейтральное отношение, что может свидетельствовать о необходимости чуть большего времени для полного освоения (рис.8).

Многие обучающиеся отметили, что изучение теорий (геометрической, волновой и квантовой оптики) с использованием динамической модели познания способствует лучшему пониманию, существенному улучшению визуализации сложных процессов, развитию логического мышления и систематизации знаний.

Обучающиеся упомянули, что после внедрения данной методики процесс обучения стал более системным, что позволило связывать материал в единое целое и сделало его восприятие более структурным и логичным. Главным преимуществом практически все назвали развитие аналитического и логического мышления и визуализацию сложных процессов. Участники анкетирования считают, что динамическая модель познания помогает не только понять материал, но и углубить знания, думать структурированно.

Студенты отмечают основные преимущества динамической модели познания такие как: лучшее понимание теорий, улучшение визуализации сложных процессов, облегчение запоминания материала, развитие логического мышления (рис.9). Существенным недостатком обучающиеся относят нехватку времени для полного освоения динамической модели познания.

Основные преимущества динамической модели познания

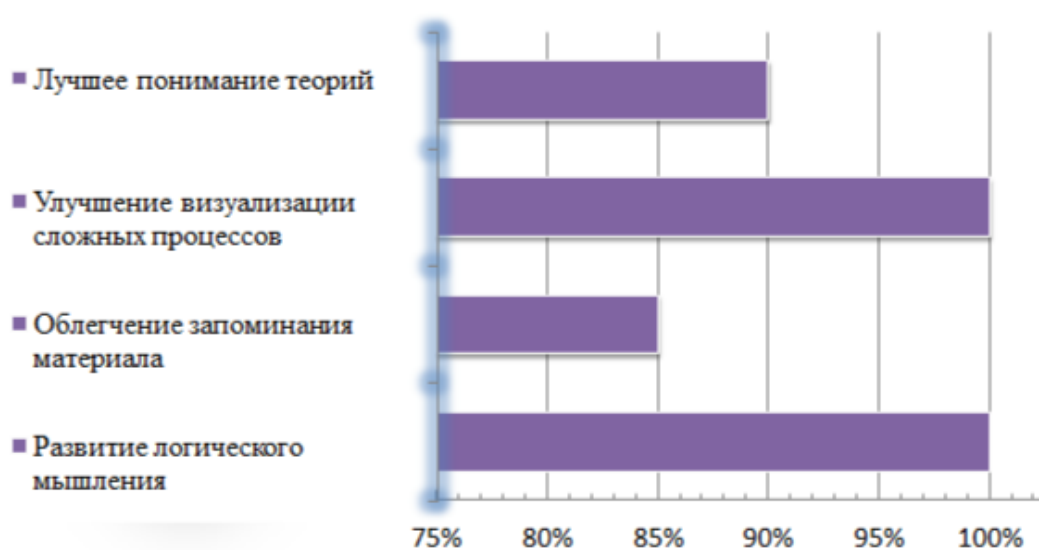


Рис. 9

Перед применением данной методики уровень сформированности научной грамотности у большинства обучающихся был на репродуктивно-адаптивном уровне (1-5 баллов). Это означало, обучающиеся в основном воспроизводили изученную информацию без глубокого анализа и самостоятельных исследований. Небольшое количество студентов достигали продуктивно-аналитического уровня (6-10 баллов), что свидетельствовало о начальных навыках анализа и критического мышления, а высокие показатели (11-15 баллов), свойственные исследовательско-проектировочному уровню, были зафиксированы лишь у нескольких обучающихся.

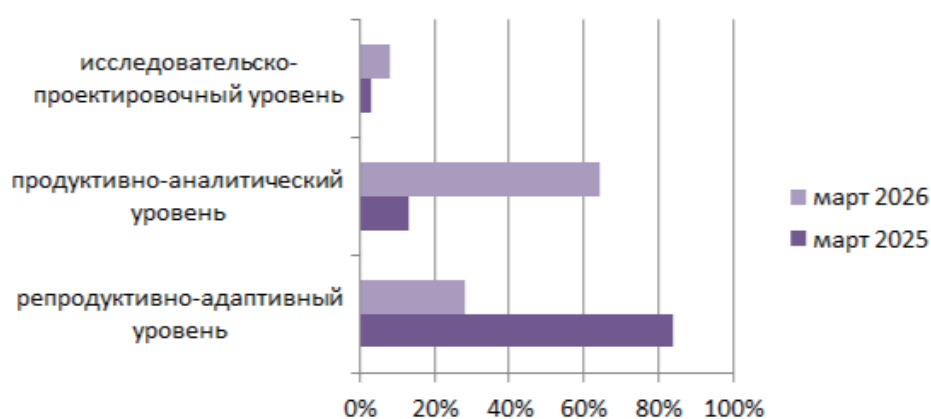


Рис. 10

После внедрения разработанной методики формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений и системного подхода к развитию научной грамотности наблюдалось заметное увеличение уровня сформированности научной грамотности у студентов и рост познавательного интереса к динамической модели познания физических понятий и физических теорий. В результате анкетирования и оценки уровня сформированности научной грамотности было выявлено увеличение количества обучающихся находящихся на продуктивно-аналитическом уровне, что подтверждает эффективность используемой разработанной методики в нашем исследовании.

Выводы по главе 2

Во второй главе описаны концептуальные основы и методика формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений. Предложенная методика включает взаимосвязанные компоненты: целевой (цель и задачи формирования научной грамотности), содержательный (отбор явлений и система формируемых знаний и умений), процессуальный (этапы познавательной деятельности), технологический (формы, методы и средства обучения), оценочно-результативный (критерии, показатели и методы диагностики).

На основе критериев, отмеченных в первой главе (см. табл.2) выделены уровни сформированности научной грамотности: репродуктивно-адаптивный, продуктивно-аналитический и исследовательско-проектировочный. Их оценивание осуществляется по следующим показателям проявления сформированности научной грамотности обучающегося (см. табл 4):

Выявление и формулировка проблемы

Поиск и анализ информации

Использование методов познания

Интерпретация данных

Дидактическое преобразование

Организован и проведен педагогический эксперимент. Результаты педагогического эксперимента подтверждают гипотезу исследования и доказывают, что разработанная методика формирования научной грамотности обучающихся на основе динамической модели познания природных явлений является эффективным педагогическим инструментом, обеспечивающим формирование научной грамотности и может быть рекомендована для внедрения в практику естественнонаучного образования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации было проведено исследование, касающееся формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений.

В ходе исследования цель была достигнута, гипотеза подтверждена, а задачи решены:

1. Раскрыта сущность, структура и критерии сформированности научной грамотности
2. Проанализирована научно-методическая и методическая литература о подходах к формированию научной грамотности в системе высшего образования
3. Разработана методика формирования научной грамотности студентов на основе динамической модели познания природных явлений
4. Разработано содержание, этапы реализации методики и диагностический инструментарий для оценки уровня сформированности научной грамотности

5. Апробирована разработанная методика в ходе педагогического эксперимента и проанализированы его результаты.

Проблема, рассмотренная в работе, является актуальной и требует своего дальнейшего исследования. Анализ проблемы показал, что уровень сформированности научной грамотности у студентов преобладающе находится на среднем уровне, что по разработанной нами таблице сформированности научной грамотности (Табл. 4), соответствует продуктивно-аналитическому уровню.

Студент, в процессе обучения с использованием методики развития научной грамотности на основе динамической модели познания, переходит с одного уровня сформированности научного знания на другой. Находясь на исследовательско-проектировочной уровне, студент способен проектировать новые подходы к изучению учебного материала и не только объяснять основные фундаментальные понятия такие как: материя, пространство, время, движение, взаимодействие, но и формировать у обучающихся понимание идей диалектического материализма:

- неуточности материи и движения;

- единства дискретности и непрерывности;

- существования качественно различных структурных уровней материи;

- единства взаимообусловленности, определенности и неопределенности в явлениях природы;

- существование объективной вероятности в природе;

- существование объективных скачков в природе.

О том, как качественно методика формирования научной грамотности на основе динамической модели познания природных явлений повлияла на формирование идей диалектического материализма будет рассмотрено в дальнейших научных исследованиях.

Список используемых источников:

1. Абдугалимов Е.Ш. Вопросы методологии научного познания в школьном курсе физики (на материале квантовой и волновой физики): Дис. ... канд. пед. наук. - Киев, 1982. - 185 с.
2. Абдульмянова Д. Р. Моделирование как метод исследования коммуникативного взаимодействия: динамическая модель интернет-коммуникации //Известия Юго-западного государственного университета. Серия: лингвистика и педагогика. – 2023. – Т. 12. – №. 1. – С. 30-43.
3. Алтухова М. А. Структурно-динамическая модель познавательной активности студента в контексте формирования информационных компетенций //Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – №. 60-3. – С. 14-18.
4. БЕЛОВ Ф. А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ //Паритеты, приоритеты и акценты в цифровом образовании. – 2021. – С. 100-104.
5. ГРЕБЕНЩИКОВ Б. Г., ВАСИЛЬЕВ Ю. С., ЛОЖНИКОВ А. Б. ЧЕЛЯБИНСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ //ЧЕЛЯБИНСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ Учредители: Челябинский государственный университет. – 2025. – Т. 10. – №. 1. – С. 29-36.

6. Зеленеv В. М. Концептуальный подход в освоении современного вузовского курса "Естественнонаучная картина мира" //Перспективы науки и образования. – 2018. – №. 1 (31). – С. 78-88.
7. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Эксперимент и инновации в школе. 2009. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klyuchevye-kompetentsii-novaya-paradigma-rezultata-obrazovaniya> (дата обращения: 02.05.2026).
8. Ковалева Г.С., Красновский Э.А., Краснокутская Л.П., Краснянская К.А. Изучение знаний и умений учащихся в рамках Международной Программы PISA. Общие подходы. М.: ЦОКО ИОСО РАО, 2001. 94 с.
9. Колин К. К. Информационный подход в методологии познания //Стратегические приоритеты. – 2018. – №. 1. – С. 94-111.
10. Копылова Н. А. Современный взгляд на педагогику сотрудничества и реализацию ее идей в практической деятельности образовательных учреждений // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2007. №45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-vzglyad-na-pedagogiku-sotrudnichestva-i-realizatsiyu-ee-idey-v-prakticheskoy-deyatelnosti-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy> (дата обращения: 23.05.2026).
11. Моргачева Наталья Викторовна, Щербатых Сергей Викторович, Сотникова Елена Борисовна ОЦЕНКА И АНАЛИЗ УРОВНЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ СТУДЕНТОВ // ПНиО. 2023. №2 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-analiz-urovnya-estestvenno-nauchnoy-gramotnosti-studentov>
12. Мостепаненко А.М. Методологические и философские проблемы современной физики. - Л.: изд-во ЛГУ, 1977. - 168 с.
13. Муравьев А. Н., Осипов И. Д. Диалектический материализм Карла Маркса и философия в современном мире //Вестник Санкт-Петербургского университета. Философия и конфликтология. – 2019. – Т. 35. – №. 1. – С. 70-82.

14. Мякишев Г., Синяков А. Физика. Оптика. Квантовая физика. Углубленный уровень. 11 класс. – Litres, 2020.
15. Пичугин С. С., Шевелёва Н. Н., Лесин С. М. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ПЕДАГОГА В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ ОБНОВЛЕННЫХ ФГОС // Вестник РМАТ. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvenno-nauchnaya-gramotnost-sovremennogo-pedagoga-v-usloviyah-realizatsii-trebovaniy-obnovlennyh-fgos>
16. Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2019. – Т. 1. – №. 4 (61). – С. 58-79.
17. Сауров Ю. А., Коханов К. А. Методология функционирования и развития школьного физического образования : монография. – Киров: Изд-во ГОУ ВПО ВятГГУ, 2011. – 337 с.
18. Сауров, Ю. А. Модели и моделирование в методике обучения физике: логико-методологические поиски: монография [Текст] / Ю. А. Сауров. – Киров: ООО «Издательство «Радуга-ПРЕСС», 2016. – 216 с.
19. Сауров Ю.А. Принципы цикличности в методике обучения физике: Историко-методологический анализ : монография // Киров: Изд-во КИПК и ПРО. 2008. 224 с.
20. Сафонцева Н. Ю. Особенности методики преподавания учебных дисциплин в компетентностном подходе // Мир науки, культуры, образования. – 2020. – №. 2 (81). – С. 74-77.
21. Серафимова Л. П. Методика использования динамической модели физического познания в базовой подготовке по физике учащихся классов с гуманитарным профилем обучения : дис. – Красноярский государственный педагогический университет, 2003.
22. Смирнова Александра Вячеславовна ТЕОРИЯ НАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С.И. ГЕССЕНА И СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ // Вестник ЮУрГУ. Серия: Образование. Педагогические

- науки. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-nauchnogo-obrazovaniya-s-i-gessena-i-sovremennaya-kontseptsiya-nauchnoy-gramotnosti> (дата обращения: 02.05.2026).
23. Теоретико-методические основы диагностики и прогнозирования процесса обучения будущего учителя физики в педвузе : диссертация ... доктора педагогических наук : 13.00.02. - Красноярск, 1996. - 388 с. : ил.
24. Тесленко В. И., Богомаз И. В. Концептуально-дидактические основы управления развитием мышления студентов в условиях существования искусственного интеллекта // Человеческий капитал. – 2025. – №. 9. – С. 186.
25. Тесленко В. И. Методика анализа и оценка результатов тестирования // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2006. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-analiza-i-otsenka-rezultatov-testirovaniya>
26. Тесленко В.И., Михасенок Н.И. Естественнонаучная грамотность: формирование, развитие: учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2021. – 208 с. ISBN 978-5-00102-497-2
27. Усова А. В., Бобров А. А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики.— М.: Просвещение, 1988.— 112 с.: ил.
28. Усова А. В., Даммер М. Д., Шефер О. Р. Методика обучения физике в средней школе. – 2023.
29. Худякова И., Гороховатский Ю. Оптика 2-е изд., испр. и доп. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – ЛитРес, 2020.
30. Цукерман Г. А. Совместная учебная деятельность как основа формирования умения учиться: Автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра психол. наук / Научно-исследоват. ин-т общей и пед. психологии — М., 1992.
31. Шепелев А. И. Принцип спиралевидности как интегральная основа построения содержания учебного предмета «Окружающий мир» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2025. – № 04. – С. 292–307.