

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Лыкова Ксения Геннадьевна

**Формирование стохастического мировоззрения
старшекласников в условиях цифровизации математического
образования**

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания
(математика, уровень общего образования)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре математики и методики ее преподавания
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»

- Научный руководитель** – *Щербатых Сергей Викторович – доктор педагогических наук, профессор*
- Официальные оппоненты** – *Семёнов Алексей Львович – доктор физико-математических наук, академик РАН, академик РАО, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», механико-математический факультет, заведующий кафедрой математической логики и теории алгоритмов;*
- Шабанова Мария Валерьевна – доктор педагогических наук, профессор, ГАОУ ДПО города Москвы «Московский центр качества образования», заместитель начальника отдела методического обеспечения процедур оценки качества общего образования;*
- Панфёров Валерий Семёнович – кандидат физико-математических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», факультет вычислительной математики и кибернетики, доцент кафедры общей математики*

Защита диссертации состоится «16» июня 2022 г. в 16 часов 45 минут на заседании диссертационного совета МГУ.13.02 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», механико-математический факультет, ауд. 12-25.

E-mail: m_message@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., д. 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: <http://istina.msu.ru/dissertations/455265490/>

Автореферат разослан « 16 » мая 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Т. В. Салова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Актуальность исследования. Стремительность социально-экономических изменений современного общества обуславливает широкое внедрение цифровых технологий, системно воздействующих на все сферы жизни человека. Процесс цифровизации, постепенно проникающий в систему образования, требует кардинальных изменений в подходах к обучению.

Сопровождение и поддержка процесса обучения стохастике цифровыми технологиями позволяет не только наглядно демонстрировать вероятностно-статистический характер явлений и событий окружающей действительности, но и открыть доступ к новым источникам информации, подобрать нестандартные методы организации учебной деятельности. Работа учащихся с цифровыми технологиями непосредственно влияет на их сознание, расширяя когнитивные возможности, изменяя систему ценностных ориентаций к стохастической составляющей окружающего мира. В связи с этим становится крайне актуальной проблема формирования стохастического мировоззрения старших школьников, которое способствует их лучшей ориентации в современном информационном мире и адаптации к его регулярным изменениям.

Синтезирующий характер мировоззрения формирует обобщающе-объективный взгляд на целостную картину мира, позволяет сбалансировать результаты форм познания. К специфике стохастического мировоззрения следует отнести формирование у старшеклассников положительного отношения к случайностям, развитие умений устанавливать межпредметные связи стохастики и оценивать ситуации, наполненные вероятностными утверждениями и статистическими данными.

Изучение элементов стохастики в школе даёт возможность учащимся узнавать о случайных событиях, статистических закономерностях социальных явлений. Знание и применение вероятностно-статистических методов способствует исследованию изменчивости и сложности политических, экономических, общественных процессов. Неповторимость стохастики сводится к процедуре понимания, пронизывающей все акты мышления путем восприятия и познания окружающего мира в системе сложных взаимосвязей, постижения и применения системообразующих отношений, инвариантных и вариантных под воздействием процессов реальности.

Разработке теории и методики обучения элементам стохастики (комбинаторики, теории вероятностей и статистики) посвящён ряд исследований отечественных и зарубежных учёных-методистов. Большинство из них ориентировано на рассмотрение общих вопросов, связанных с постановкой обучения стохастике в общеобразовательной школе (Е.А. Бунимович, Г.С. Евдокимова, И.В. Китаева, Д.В. Маневич, А. Плоцки, Т.А. Полякова, В.Д. Селютин, О.Н. Троицкая, Ю.Н. Тюрин, М.В. Шабанова, С.В. Щербатых, К. Krüger, H. D. Sill, C. Sikora и др.). Вопрос стохастической

подготовки учащихся с применением информационных технологий исследовался в работах таких ученых, как С.Н. Дворяткина, И.В. Китаева, С.А. Самсонова, Т.А. Чернецкая, С.В. Щербатых и др. В научных трудах отмечалось, что наличие элементов стохастики в образовательной системе является важным условием повышения когнитивных способностей учащихся. Наиболее полный и систематизированный набор знаний об окружающей действительности позволяет сформировать у учеников целостное представление о мире, применение информационных технологий при обучении стохастике способствует эффективности учебного процесса путем стимулирования сознательной познавательной деятельности школьников.

Роль и место цифровизации в образовании, её влияние на развитие личности учащегося представлено в исследованиях российских и зарубежных учёных последних лет: Е.П. Болдырева, Е.Л. Вартанова, Н.В. Горбунова, О.Л. Панченко, J. Bersin, M. Koole, L. Janice и др. Перспективы развития цифровой образовательной среды в России предложены Е.А. Диденко, В.В. Гриншкуном, Е.А. Завражной, С.Д. Каракозовым, В.И. Пановым, А.Л. Семёновым, И.Н. Теркуловой и др.

Процесс формирования мировоззрения есть сложная социально-педагогическая проблема, которая исследуется разными науками, что приводит к многообразию подходов и концепций понимания его природы. Ряд исследователей предпринимал попытки установления взаимосвязи мировоззрения с синергетикой (В.П. Бранский, Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов), с естествознанием (Г.В. Гивишвили, С.И. Бекетова), с техникой и технологиями (А.И. Наймушин, В.С. Степин, Л.Ф. Кузнецов, В.Г. Горохов, М.А. Розов), с научной картиной мира (Р.Ю. Рахматуллин, Б.С. Галимов, А.Ф. Кудряшев), с математикой (Б.В. Гнеденко, Н.П. Грицаенко, А.Л. Жохов, Г.М. Набиев, П.А. Некрасов, Л.К. Полянская, Л.А. Чекалова) и т.д. Педагогические аспекты формирования мировоззрения исследовали Н.Д. Андреева, С.Э. Берестовицкая, З.Г. Воинкова, Б.В. Гнеденко, А.Л. Жохов, И.Е. Карелина, Э.И. Монозон, И.Ф. Харламов, С.L. Hull и др. В ряде работ отмечалось, что сформированное мировоззрение в условиях неоднозначности и противоречивости современного мира может сыграть роль “точки опоры” в решении самых разных проблем. Поэтому перспективной является идея формирования мировоззрения в исследовании возможностей математического образования в рамках стохастики для развития научных представлений о природе и характере случайных явлений, которая приводит к некоторым **противоречиям** между:

- необходимостью формирования стохастического мировоззрения учащихся 10-11 классов и недостаточной разработанностью критериев и уровней его сформированности, а также отсутствием диагностик данных уровней;

- высоким потенциалом цифровых образовательных технологий и недостаточным их применением в обучении стохастике в школе.

Сложившиеся обстоятельства в теории и методике обучения математике обусловили актуальность темы исследования, проблема которого состоит в поиске оптимальной теории и методики формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования.

Объект исследования – обучение математике в средней общеобразовательной школе.

Предмет исследования – методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников общеобразовательной школы при обучении математике с применением цифровых образовательных технологий.

Цель исследования состоит в теоретическом обосновании, разработке и экспериментальной проверке методики формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования.

В основу исследования положена следующая **гипотеза**. Если обучение элементам стохастики в средней общеобразовательной школе будет осуществляться согласно разработанному мировоззренчески значимому учебному материалу, сопровождающемуся поддержкой специально подобранных цифровых технологий и в соответствии с основными этапами формирования мировоззрения при обучении математике, то это позволит повысить уровень сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников.

Для достижения цели в соответствии с объектом и предметом исследования поставлены следующие **задачи**:

1. Определить содержание стохастического мировоззрения старшеклассников, исследовать его специфику.

2. Выявить этапы формирования стохастического мировоззрения при обучении математике, обосновать критерии и уровни сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников в системе среднего общего образования

3. Проанализировать влияние цифровизации на систему математического образования, определить её роль в формировании стохастического мировоззрения, рассмотреть особенности цифровых технологий, применяемых при обучении стохастике.

4. Разработать методику формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации образования, спроектировать элективный курс «Знакомство с миром случайностей» для учащихся 10-11 классов общеобразовательной школы, проверить экспериментально его эффективность.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют:

– фундаментальные работы в области философии (П.В. Алексеев, Л. Е. Балашов, Н.А. Бердяев, Г.В. Гегель, М.С. Каган, И. Кант, А.А. Касьян, А.Г. Спиркин, В.И. Шинкарук и др.);

– фундаментальные работы в области педагогики и психологии (Б. Г. Ананьев, Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, А.Л. Жохов, Д. А. Леонтьев, Б.Т. Лихачев, И.П. Подласый, В.А. Слостенин, И.Ф. Харламов и др.);

– концепции системного, информационно-технологического, деятельностного, междисциплинарного и интегративного подходов (В.Г. Афанасьев, А.В. Боровских, Л.С. Выготский, В.И. Загвязинский, В.Н. Максимова, А.И. Ракитов, С.Л. Рубинштейн, К.Д. Ушинский и др.);

– положения, определяющие развитие системы современного математического образования (С.Н. Дворяткина, Ю.М. Колягин, Н.Г. Подаева, Н.С. Подходова, О.А. Саввина, А.Л. Семёнов, Т.Ф. Сергеева, И.М. Смирнова, В.И. Снегурова, В.А. Тестов, М.В. Шабанова, С.В. Щербатых и др.);

– исследования проблем преподавания стохастики в общеобразовательной школе (Е.А. Бунимович, Д.В. Маневич, А. Плоцки, Т.А. Полякова, В.Д. Селютин, Л.А. Терехова, О.Н. Троицкая, Ю. Н. Тюрин, Т.А. Чернецкая, С.В. Щербатых и др.).

Методы исследования:

– теоретические – анализ философских, психолого-педагогических работ по теме исследования, нормативных документов, стандартов, рабочих программ, учебных планов;

– эмпирические – анкетирование, тестирование, наблюдение, индивидуальные беседы с учащимися 10-11 классов, обобщение педагогического опыта, педагогический эксперимент, качественный и количественный анализ экспериментальных данных;

– статистические – обработка данных, полученных в ходе опытно-экспериментальной работы средствами математической статистики.

Этапы исследования.

На первом этапе (2018 – 2019 гг.) изучалась психолого-педагогическая, методическая, философская, научная и специальная литература по проблеме исследования; анализировались образовательные стандарты, учебные планы и рабочие программы по математике; выстраивалась основа исследования (объект, предмет, цель, гипотеза, задачи); проводился констатирующий эксперимент (анкетирование, устные опросы, проверочные практические занятия); исследовалась специфика стохастического мировоззрения учащихся 10-11 классов в системе философских и психолого-педагогических категорий.

На втором этапе (2019 – 2020 гг.) были определены этапы формирования стохастического мировоззрения старшеклассников при обучении математике, установлены критерии и уровни его сформированности, осуществлялся поиск методики обучения с использованием цифровых технологий, отбор методов и приёмов преподавания (элементов статистики, комбинаторики и теории вероятностей), разрабатывался элективный курс «Знакомство с миром случайностей», исследовалось влияние мировоззренчески значимого

учебного материала на развитие ценностных ориентаций учащихся и интереса к стохастике, проводилась опытно-экспериментальная работа по формированию стохастического мировоззрения старшеклассников.

На третьем этапе (2020 – 2021 гг.) было исследовано влияние разработанной методики обучения стохастике на развитие мировоззренческих ориентиров и качеств старшеклассников, осуществлялась проверка качества усвоенного материала, оценка эффективности мировоззренчески направленного обучения стохастике, был выявлен уровень сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников, выполнен анализ, систематизация и обобщение результатов опытно-экспериментальной работы, проверка и уточнение выводов, оформление результатов исследования.

База исследования: МБОУ «Гимназия № 11 г. Ельца», МБОУ «Лицей № 5 г. Ельца», ГАУДПО ЛО «Институт развития образования», ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- обоснована идея разработки теоретико-методологических основ, технологии и дидактических механизмов проектирования и реализации методики формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования;

- раскрыты сущностные характеристики стохастического мировоззрения, выявлены этапы его формирования при обучении математике: подготовительный, проблемно-поисковый, реализующий и оценочно-коррекционный; установлены критерии (мотивационно-ценностный, когнитивный, деятельностный) и уровни (низкий, средний, высокий) сформированности стохастического мировоззрения у учащихся 10-11 классов.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что обоснована методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования; выявлены основные принципы формирования мировоззрения школьников; установлены содержательные характеристики мировоззрения в исследованиях учёных разных стран историко-философского, психологического и педагогического характера; выявлен мировоззренческий потенциал стохастике, направленный на развитие у учащихся полезных для них мировоззренческих ориентиров и качеств; проведён анализ функциональных возможностей различных средств цифровых технологий, применяемых при обучении стохастике.

Практическая значимость исследования заключается в том, что в нём:

- разработанные учебные пособия «Знакомство с миром случайностей», «Знакомство с миром статистических закономерностей» могут быть применены для преподавания элективных или обязательных курсов в школах;

- разработанный учебный курс в программе Websoft CourseLab, ряд

интерактивных презентаций SMART Notebook будут способствовать эффективной подготовке учителя к проведению уроков;

- спроектированные кейс-задания будут полезны при составлении учебных пособий как основного, так и элективного курсов стохастики для средней школы;

- составленная программа элективного курса для учащихся 10-11 классов углубленного (базового) обучения, направленная на формирование стохастического мировоззрения, будет способствовать теоретическому и практическому усвоению математики;

- результаты исследования могут быть внедрены в систему общего и дополнительного образования.

Достоверность научных результатов исследования обеспечивается: использованием фундаментальных современных положений психологии, педагогики, теории и методики обучения математике; проверкой разработанной методики в ходе опытно-экспериментальной работы, репрезентативностью выборки её участников; использованием методов математической статистики для обработки результатов эксперимента.

Апробация результатов исследования осуществлялась:

- на международных научных конференциях «Фундаментальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования» (Елец, 2021; Елец, 2020), «Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании» (Красноярск, 2021; Красноярск, 2020), на международных научно-практических конференциях «Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии» (Елец, 2021), «Информатизация образования – 2020» (Орёл, 2020), «Актуальные проблемы математики и информатики: теория, методика, практика» (Елец, 2019), на международных научно-методических конференциях «Развитие экспортного потенциала высшего образования: содержание, опыт, перспективы» (Чебоксары, 2019), «Современные проблемы обучения математике в школе и вузе» (Псков, 2018);

- на семинаре кабинета методики преподавания элементарной математики механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Школьное математическое образование: содержание и аттестация» (Москва, 2021), на международном научном семинаре преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов «Развитие общего и профессионального математического образования в системе национальных университетов и педагогических вузов» (Брянск, 2021), на межвузовском научно-методическом семинаре «Научное обеспечение процессов цифровизации общего математического образования» (Елец, 2020), на областном профильном семинаре «Школа молодых учёных» по проблемам естественных наук (Липецк, 2020);

- на международном математическом научно-образовательном форуме «Владикавказская молодежная математическая школа» (Владикавказ, 2020);

– в научных проектах «Теория и практика формирования стохастической культуры учащихся общеобразовательной школы средствами новых инфокоммуникационных технологий (на примере Липецкой области)» (РГНФ, 2015 – 2016), «Теоретико-методические основы реализации непрерывности и преемственности в развитии стохастической линии школьного курса математики в русле идей системно-деятельностного подхода» № 17-36-01004-ОГН (РФФИ, 2017-2018), «Теоретико-методическое обеспечение фрактального формирования и развития вероятностного стиля мышления в условиях глобальной информатизации образования (на примере обучения математике)» №18-313-20002 (РФФИ, 2018-2020), «Формирование стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования» № 20-313-90019 (РФФИ, 2020 – 2022);

– на заседаниях кафедры математики и методики её преподавания ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина».

На защиту выносятся следующие положения:

1. Под стохастическим мировоззрением старшеклассников следует понимать знания, взгляды и убеждения, сформированные под влиянием вероятностно-статистических методов и находящие свое выражение в отношении учащихся к стохастической составляющей окружающего мира.

2. Реализация подготовительного, проблемно-поискового, реализующего и оценочно-коррекционного этапов при обучении математике способствует вовлечению учащихся в активную деятельность, позволяющую развить у них мировоззренческие ориентиры и качества, ценностные ориентации к стохастике.

3. Специально подобранные средства цифровых технологий (лаборатория «Теория вероятностей» программной среды «Математический конструктор», лаборатория методики вероятности и статистики МЦНМО «Вероятность в школе», WolframAlpha, SMART Notebook, Websoft CourseLab), применяемых в качестве инструментальной основы при обучении стохастике, позволяют достичь эффективности учебного процесса за счет развития устойчивого положительного отношения к стохастике.

4. Разработанная методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников, включающая поддержку и сопровождение цифровыми образовательными технологиями, эффективна на практике.

Публикации по теме диссертации. Основное содержание диссертации опубликовано в 27 работах [1-27], из которых [1-4] – статьи в рецензированных научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень общего образования) входящих в списки Scopus, а [5-27] – иные публикации.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, библиографии (208 наименований), 6 приложений; иллюстрирована 6 схемами, 2 диаграммами, 9 таблицами и 36 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы исследования, определены объект, предмет, цель, гипотеза, задачи, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе работы **«Теоретико-методологическое обоснование проблемы формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования»** выявлены сущностные характеристики стохастического мировоззрения в системе философских и психолого-педагогических категорий, раскрыто содержание исследуемого понятия, проанализированы аспекты, влияющие на развитие мировоззренческих ориентиров и качеств, исследованы возможности цифровых технологий, результаты их применения внедрены в учебный процесс с целью раскрытия и повышения интеллектуального потенциала каждого учащегося.

В современных социально-экономических условиях проблеме развития мировоззрения личности учащегося уделяется особое внимание. Согласно «Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2030 года», важными задачами образования должны стать обучение личности школьника критически самостоятельно мыслить, формирование внутренней культуры человека, его ценностных ориентиров и мировоззрения. В соответствии с ФГОС среднего общего образования к личностным результатам освоения основной образовательной программы следует отнести сформированное мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики.

Сложность и многогранность мировоззрения обуславливается тем фактом, что оно напрямую связано с возрастными и индивидуальными особенностями, с различными аспектами личности человека (знаниями, умениями, отношениями, мотивами, оценкой и идеалами).

Установление связи мировоззрения с предметной или профессиональной деятельностью подводит к такому феномену, как «частичное мировоззрение» – явление индивидуального сознания, источник происхождения которого связан с отдельной наукой. Феномен «частичного мировоззрения» характеризует отношение человека к миру через призму определенной науки, с присущей ему экстенсивной неполнотой и интенсивной ограниченностью. В современных исследованиях А. Л. Жохова, И. Е. Карелиной, А. А. Касьяна одной из форм частичного мировоззрения выступает «математическое мировоззрение». В результате анализа содержания и специфики отдельных предметных областей математики в феномен «частичного мировоззрения» было введено понятие *«стохастическое мировоззрение»*. В ряде научных работ Ж. Кудратова, Д.В. Маневича, А. Плоцки, Н.С. Седовой, В.Д. Селютина, С.В. Щербатых, термином «стохастика» объединяются такие разделы математики, как комбинаторика, теория вероятностей, математическая статистика. Понятие «стохастический» было применено к

учебному материалу стохастической линии школьного курса математики. Под *стохастическим мировоззрением старшеклассников* понимаются знания, взгляды и убеждения, сформированные под влиянием вероятностно-статистических методов и находящие свое выражение в отношении учащихся к стохастической составляющей окружающего мира. Вероятностно-статистические методы помогают в решении задач в различных сферах общества, являются универсальным инструментом в познании явлений окружающей действительности.

К сущностным характеристикам, раскрывающим стохастическое мировоззрение, были отнесены: «гибкость» мышления, восприимчивость к стохастике, адаптивность, «стохастическая» память. Исследование стохастического мировоззрения через его функции: информационно-отражающую, оценочную, ориентационно-регулятивную, способствует лучшему представлению содержания исследуемого качества

Регулярный разбор на уроках с учащимися ситуаций со случайными результатами или стохастических ситуаций, отбор и применение различных приемов и методов для нахождения оптимального способа их разрешения способствуют реализации целостности мотивационных, ценностных и мировоззренческих установок. Разрешение учащимися стохастических проблемных ситуаций способствует организации исследовательской и проблемно-творческой деятельности; развитию мировоззренческих ориентиров и качеств (устойчивые мотивы, способы вероятностного познания, предметные знания).

На основе анализа работ А.Л. Жохова, И. Е. Карелиной, М.И. Морозовой и др. были установлены этапы целостного процесса обучения стохастике учащихся 10-11 классов: подготовительный, проблемно-поисковый, реализующий и оценочно-коррекционный. Каждый из этапов отличается друг от друга целевой установкой и обуславливается воспроизведением всех функций, характеризующих стохастическое мировоззрение.

Подготовительный этап направлен на развитие простейших механизмов мировоззренческого осмысления старшеклассниками случайных событий и величин. Включение учащихся в деятельность осуществляется за счет активизации интереса и мотивации к стохастике, формирования потребности понимания, стимулирования ценностных ориентаций (способа организации учеником своего поведения в соответствии с осознанными мотивами).

Проблемно-поисковый этап направлен на развитие умений определять возможность или невозможность использования вероятностно-статистических методов в решении стохастической проблемной ситуации.

Реализующий этап направлен на дальнейшее развитие мировоззренческих ориентиров и качеств старшеклассников, осуществление исследовательской и проблемно-творческой деятельности. Особенностью данного этапа является преобразование предметов деятельности и способов деятельности. На данном этапе целесообразно использовать метод

проблемного изложения, кейс-метод, эвристический метод, исследовательский метод, которые позволяют не только выявлять уровень знаний учащихся, но и в процессе выполнения заданий развивать ценностные ориентации к стохастике в окружающей среде.

Оценочно-коррекционный этап необходим для осмысления и оценивания выполненных действий с начала реализованной деятельности, организации контрольно-диагностической и коррекционной деятельности (контроль, рефлексия, коррекция).

Для оценки уровня сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников были установлены следующие критерии: *мотивационно-ценностный, когнитивный, деятельностный*, показатели которых интерес и мотивация к стохастике, ценностные ориентации и отношение к стохастике, глубина и прочность усвоения стохастических знаний, «гибкость» мышления и «стохастическая» память, установление межпредметных связей стохастике, смена деятельности на различных этапах познавательного процесса, сформированность волевой регуляции, коррекция действий. К перечисленным критериям целесообразно подойти с учётом трех уровней: низкого, среднего и высокого. Данные критерии позволяют произвести диагностику процесса обучения стохастике на основании реализации основных этапов формирования стохастического мировоззрения старшеклассников.

Цифровизация системы среднего общего образования определяет применение новейших методов и средств обучения, которые влияют на качественное изменение содержания обучения. Специально подобранные средства цифровых технологий (программная среда «Математический конструктор», лаборатория методики вероятности и статистики МЦНМО «Вероятность в школе», WolframAlpha, SMART Notebook, Websoft CourseLab) помогают многократно воспроизводить и моделировать результаты экспериментов, их целесообразно использовать на подготовительном, проблемно-поисковом и реализующем этапах формирования стохастического мировоззрения старшеклассников.

Во второй главе работы **«Методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации математического образования»** выявлены методические особенности обучения математике в соответствии с основными этапами формирования стохастического мировоззрения, разработан элективный курс «Знакомство с миром случайностей», направленный на расширение стохастических знаний, укрепление межпредметных связей стохастике с естественно-научными дисциплинами.

Стохастика как особая грань культуры математики приводит к комплексному и опосредованному познанию устройства мира за счет доверительного отношения к случайным явлениям: случайным событиям и величинам, уникальной интерпретации их красоты и неповторимости в окружающей действительности.

Накопленный мировоззренческий потенциал обучения математике, в частности стохастике, позволяет организовать мировоззренчески направленное обучение, при реализации которого у учащихся формируются полезные для них мировоззренческие ориентиры и качества. А.Л. Жохов определяет мировоззренчески направленное обучение математике следующим образом: «Управляемый учителем процесс оказания учащимся помощи в «выращивании» у них мировоззренчески значимых для них обобщённых ориентиров и механизмов творчества при обучении познавательной математической деятельности и математическим знаниям». Мировоззренчески направленное обучение стохастике выступает основной для освоения более сложных разделов науки о случайном и смежных наук, стимулирует раскрытие внутренних резервов старшеклассников, благоприятствует формированию определённых качеств личности. Изучение стохастике позволяет учащимся не только лучше узнать часть математики, но и другие дисциплины (например, естественнонаучные) в процессе установления внутрипредметных и межпредметных связей.

Специфические идеи стохастике заключаются в представлении информации о случайном, пересмотре её под влиянием новых или предполагаемых фактов, учёте её изменчивости, репрезентативности частичной информации, повышении её точности. Данные идеи являются основой для ряда видов деятельности учащихся и развития стохастических знаний и умений. Содержание стохастического знания следует раскрывать в связях с окружающим миром, а межпредметные связи с естественнонаучными дисциплинами. Целесообразно систематически применять исторические сведения о развитии и становлении теории вероятностей и статистики под влиянием развития общества, техники, естественных наук. Приобретаемые в процессе обучения стохастические знания и навыки учащихся могут быть расширены с учетом моделирования стохастических ситуаций.

Применение цифровых технологий при обучении стохастике направлено на качественное изменение способностей учащихся, благоприятствует развитию «гибкости» мышления, «стохастической» памяти, повышению уровня знаний и умений, активизации познавательной деятельности старшеклассников.

Учитывая методические особенности обучения стохастике, направленного на формирование мировоззрения старшеклассников, был разработан элективный курс «Знакомство с миром случайностей». Программа курса для углубленного уровня обучения включает пять разделов: *1. Случайные события. Вероятности (34 ч).* *2. Случайные величины (12 ч).* *3. Первичная обработка статистических данных (7 ч).* *4. Проверка статистических гипотез (8 ч).* *5. Взаимосвязь случайных явлений (6 ч).*

Для каждого раздела курса выявлены области применения изучаемых понятий в различных дисциплинах, определены объекты и методы их исследования. Содержание курса (теоретические и практические задания)

включают интерактивную поддержку различных средств программной среды «Математический конструктор», «Вероятность в школе», WolframAlpha. Каждая тема завершается небольшим историческим фактом, подтверждающим важность и значимость изучения предлагаемого понятия. Учащимся в процессе изучения курса предстоит выполнить 3 контрольные работы, 5 лабораторных работ, 3 тестовые работы, 3 кейс-задания, а также подготовить 5 исследовательских проектов.

Рассмотрим реализацию основных этапов формирования стохастического мировоззрения старшеклассников на примере первого раздела курса «Случайные события. Вероятности» для углубленного уровня обучения.

На подготовительном этапе вводятся основные понятия раздела, развиваются умения их понимания и применения в учебной деятельности. В результате этого у учащихся формируются содержательные представления о вероятности (статистической, классической, геометрической). приобретается опыт ориентации в учебной ситуации. Для закрепления основных понятий решаются задачи. Например: *Два друга живут в одном доме, а учатся в разных классах. Уроки в школе заканчиваются в интервале от 15 до 16 часов. После уроков они договариваются ждать друг друга на остановке возле школы в течение 20 минут. Сколько приблизительно раз в год им удастся поехать домой вместе, если в году 200 учебных дней?* Для интерпретации геометрической вероятности выполняется моделирование случайного выбора нескольких точек на отрезке, сводящегося к выбору одной случайной точки (рис. 1).

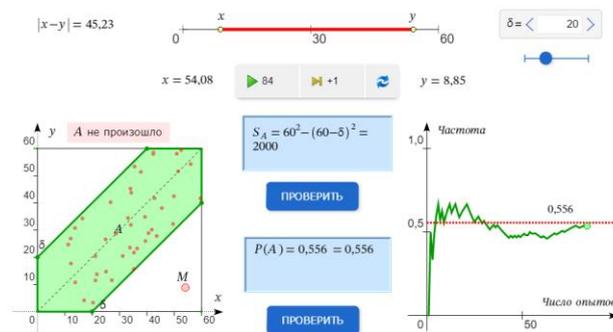


Рисунок 1. Исследование геометрической вероятности

На проблемно-поисковом этапе рассматриваются формулы теории вероятностей, формируется инструментарий для решения задач, совершенствуется понимание методики действий со стохастическими ситуациями. Этап направлен на создание условий и средств разрешения проблемной стохастической ситуации. Введение теорем и формул теории вероятностей на данном этапе наиболее своевременно, так как именно здесь у старшеклассников будут формироваться умения эффективно применять вероятностно-статистические методы и различные приемы решения конкретных задач. Когда учащиеся могут определять вероятности возможных исходов, им предстоит научиться вычислять новые вероятности. Старшеклассники знакомятся со следующими выражениями и вопросами:

условная вероятность, теорема умножения вероятностей (для зависимых и независимых событий), теорема сложения вероятностей (для совместных и несовместных событий), формула полной вероятности, формула Байеса, формула Бернулли, для углубленного обучения: локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа, формула Пуассона.

На данном этапе осуществляется актуализация и развитие установок учащихся к изучению теорем и формул теории вероятностей. Выбор нужных знаний как средств деятельности способствует не только отработке механизмов действий при решении задач, но и укреплению мировоззренческого потенциала стохастики. Для закрепления приобретённых умений используются интерактивные тренажеры. Например: *Во время проведения учений подводная лодка выполняет один из тактических манёвров с вероятностью 0,6. Чему равна вероятность выполнения 7 маневров из 10 запланированных?* (рис. 2).

$p = < 0,60 >$ $q = 0,40$ $N = < 10 >$ $k = < 7 >$

0 0 0 0 0 1 0 0 1 1

1) Сколько всего возможных серий длины N ?
 $2^N = 1024$ ПРОВЕРИТЬ

2) Сколько из них имеют ровно k успехов?
 $C_N^k = 120$ ПРОВЕРИТЬ

3) Какова вероятность каждой такой серии?
 $p^k \cdot q^{(N-k)} = 0,002$ ПРОВЕРИТЬ

4) Какова вероятность получить в N испытаниях ровно k успехов?
 $P_N(k) = C_N^k \cdot p^k \cdot q^{(N-k)} = 0,215$

Этот плеер не «случайный»!
 С его помощью можно систематически одну за одной просмотреть все возможные серии.
 Число успехов = 3
 Вероятность серии = 0,000

Рисунок 2. Закрепление представлений о последовательности испытаний Бернулли

На реализующем этапе организуется исследовательская и проблемно-творческая деятельности старшеклассников, включающие отработку и закрепление знаний, умений и навыков работы со стохастическими ситуациями. Данные виды деятельности будут способствовать установлению содержательных, информационных, понятийных и иных видов связей случайных событий с другими учебными темами, а также отношений между исследуемыми объектами и их глубинными свойствами.

Для укрепления базовых знаний решаются задачи. Например: *Проводилось исследование влияния курения на риск развития артериальной гипертонии. Были сформированы две группы исследуемых - в первую вошли 9800 человек, ежедневно выкуривающих не менее 1 пачки сигарет, во вторую - 10080 некурящих, такого же возраста. После 2 лет наблюдений было зафиксировано, что в первой группе у 8060 человек наблюдается повышенное артериальное давление, а во второй - у 7320 человек. Случайно выбранный из группы человек страдает артериальной гипертонией. Установите он относится к группе курящих или некурящих (тема «Формула полной вероятности. Формула Байеса»).*

Для развития способностей старшеклассников адекватно реагировать на случайности и их закономерности, умений их выявлять и интерпретировать

выполняются исследовательские проекты. Например, проект «Парадоксы теории вероятностей: парадокс Бертрана и Монти Холла», который включает работу с программной средой «Математический конструктор» для моделирования и рассмотрения возможных ситуаций в рамках выбранного шаблона поведения.

Для обобщения и систематизации знаний по вычислению вероятностей событий выполняются лабораторные работы, включающие использование компьютерных экспериментов. Например, лабораторная работа «Эксперименты со случайными исходами» (рис. 3).

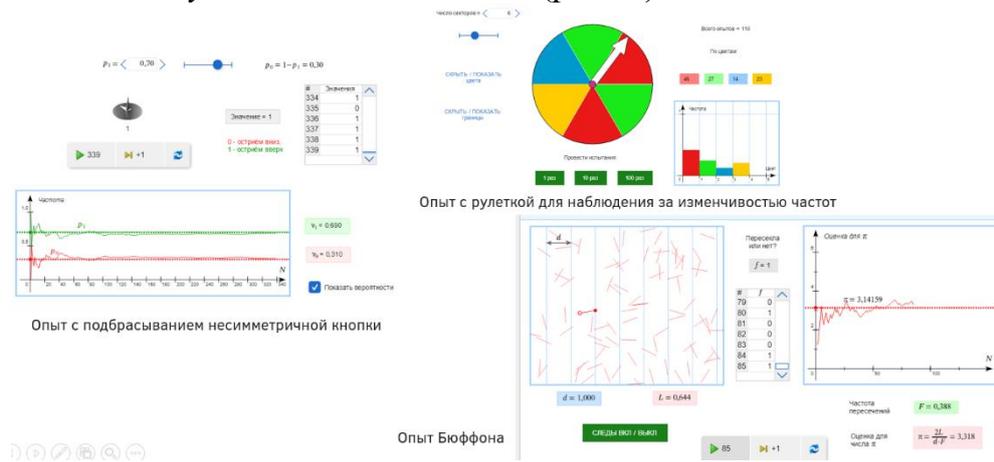


Рисунок 3. Эксперименты со случайными исходами

Для закрепления темы «Случайные события», развития комбинаторных навыков, укрепления умений вычислять вероятность по классическому определению, подготовки учащихся к изучению темы «Случайные величины и закон распределения» предлагается кейс. *Турист прибыл в город N , который он не знает. Турист находится в пункте A и намеревается пешком добраться до гостиницы, расположенной в пункте B города. Карту города он потерял, по указателям ориентироваться не может (не знает языка), смартфон разрядился. Для знакомства с городом маршрут прогулки туристу неважен, и он придумал – пусть случай всякий раз определяет, какое ему выбрать направление и сколько пройти кварталов в избранном направлении, прежде чем снова изменить его. На автобусной остановке он взял газету, выбрал страницу, на которой была таблица с номерами выигравших-лотерейных билетов. Турист наудачу выбирает часть таблицы, в номере лотерейного билета отбирает две последние цифры и рассматривает их как пару случайных чисел. Четное значение суммы первого числа из номера билета направит туриста на восток, нечетное значение – на запад. Аналогично, четное значение суммы второго числа из номера билета – на север, нечетное – на юг. Туристу необходимо попасть в гостиницу (пункт B). В работе с кейсом учащимся предстоит смоделировать хаотичное движение по плоскости (рис. 4) в среде «Математический конструктор», исследовать броуновское движение частиц, опыт Перрена (блуждание частицы гуммигута в воде), рассмотреть области применения случайных чисел, оценить их роль в повседневной жизни, изучить случайное блуждание частиц на прямой, применение треугольника*

Паскаля к подсчету числа траекторий случайного блуждания, исследовать модель доски Гальтона.

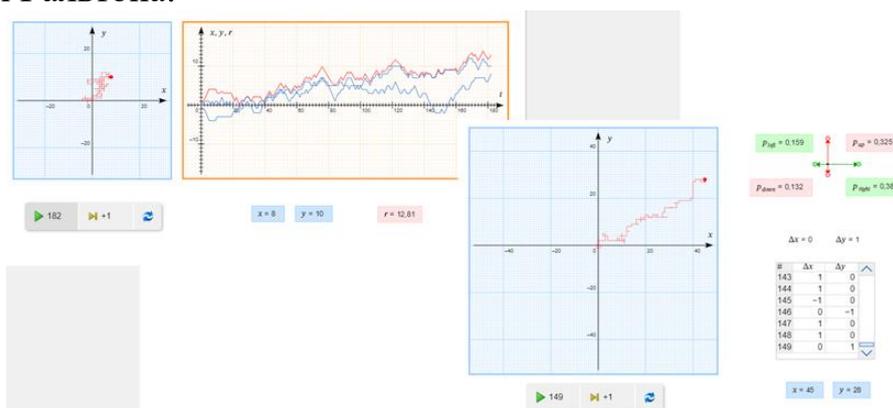


Рисунок 4. Моделирование случайного блуждания на плоскости

Данный кейс позволяет активизировать уникальный потенциал взаимодействия таких научных дисциплин, как физика, химия, биология, синтез результатов которых приводит к комплексному исследованию случайных чисел, составляющих основу случайных величин. Выполнение кейса способствует развитию критичности мышления, позволяет воспитывать ответственность, честность у учащихся, выстраивать логичность, четкость и аргументированность высказывания. Результаты, полученные в ходе кейса, помогают старшеклассникам переосмыслить учебный материал, открыть для себя что-то новое, взглянуть на исследуемую проблему с различных точек зрения.

Цифровые технологии, применяемые при обучении стохастике, позволяют моделировать случайные эксперименты, воспринимать вероятностный характер наблюдаемых объектов. Такая экспериментальная работа учащихся способствует развитию мыслительных операций (абстрагирование, сравнение, конкретизация, анализ, синтез, обобщение и т.д.) и укреплению вероятностной интуиции.

На *оценочно-коррекционном этапе* организуется рефлексивная деятельность учащихся, учителем определяется степень выраженности мировоззренческих качеств и ориентиров старшеклассников, выполняется оценка полученных и запланированных результатов деятельности.

Для проверки выдвинутой гипотезы проводилась опытно-экспериментальная работа на базе образовательных организаций: МБОУ «Гимназия № 11 г. Ельца», МБОУ «Лицей № 5 г. Ельца», ГАУДПО ЛО «Институт развития образования», ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина». Констатирующий этап (2018-2019 г.г.). Формирующий этап (2019-2020 г.г.). Обучающий и контролирующий этапы (2020-2021 г.г.).

На констатирующем этапе был проведен опрос 56 старшеклассников для выявления отношения к стохастике, произведен анализ 99 конкурных работ учащихся 10-11 классов, принявших участие в Всероссийском Открытом математическом турнире. Результаты опроса показали, что учащиеся принимают важность стохастики и осознают её ценность относительно

целого ряда событий. Однако уровень сформированности стохастических понятий – средний. Результаты проверки конкурсных работ турнира модуля «Теория вероятностей» свидетельствовали о невысоком качестве знаний. Причина такой ситуации кроется в недостаточном опыте работы учащихся со стохастическими задачами, а, следовательно, и их непонимании.

На формирующем этапе опытно-экспериментальной работы были выбраны экспериментальная (ЭГ – 52 человека) и контрольная (КГ – 68 человек) группы учащихся 10 и 11 классов физико-математического профиля. Была проведена диагностика ценностных ориентаций учащихся и интереса к стохастике.

Для измерения ценностных ориентаций, определяющих содержательную сторону направленности личности, была использована методика Рокича, основанная на прямом ранжировании списка ценностей. Анализ полученных данных позволил констатировать, что у учащихся ЭГ под влиянием оказываемого педагогического воздействия наблюдается положительная динамика изменений ценностных ориентаций в учебно-познавательной деятельности при изучении стохастики. Многие учащиеся осознают знание элементов теории вероятностей как ценность, а стохастикой в целом воспринимают как эффективный метод познания окружающего мира и отдельных его составляющих.

Для определения степени выраженности интереса к стохастике в процессе реализации методики обучения, направленной на формирование стохастического мировоззрения, было проведено анкетирование 52 старшеклассников. Данные измерялись по шкале порядка, использовался знаковый критерий. В соответствии с критерием было установлено $G_{эмн} < G_{кр}$, ($7 < 11$), что позволило сделать вывод о том, что в течение изучения мировоззренчески значимого материала элективного курса интерес старшеклассников к стохастике возрос.

На обучающем и контролирующем этапе опытно-экспериментальной работы было исследовано влияние разработанной методики обучения стохастике на развитие мировоззренческих ориентиров и качеств старшеклассников, была проведена оценка эффективности мировоззренчески направленного обучения стохастике, был выявлен уровень сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников.

Для исследования характера влияния разработанной методики обучения стохастике на развитие мировоззренческих ориентиров и качеств старшеклассников был использован двукратный итоговый опрос. Полученные измерения были обработаны с использованием критерия Макнамары. В соответствии с условиями критерия ($M_{эмн} < M_{кр}$, $0,011 < 0,025$) был сделан вывод о том, что в течение изучения элективного курса прослеживаются изменения в развитии мировоззренческих ориентиров и качеств старшеклассников, фиксируется эффективность мировоззренчески направленного обучения стохастике.

По результатам оценок тестирований, контрольных, лабораторных,

исследовательских, проектных работ, кейс заданий, проводимых на заключительном этапе обучения, удалось судить об уровне сформированности стохастического мировоззрения в соответствии с установленными критериями: мотивационно-ценностным, когнитивным, деятельностным. Для проверки гипотезы о влиянии методики на уровень сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников ЭГ в конце опытно-экспериментальной работы был использован критерий φ^* – углового преобразования Фишера. Была исследована динамика изменений основных показателей для каждого из критериев стохастического мировоззрения (мотивационно-ценностного, когнитивного, деятельностного), были установлены значения порогового признака по группам: «есть эффект», «нет эффекта» в соответствии с уровнем его сформированности. Значения признака вычислялись как среднеарифметическое значений всех оценок. В соответствии с методикой обработки результатов по данному критерию была получена таблица (табл. 1).

Таблица 1.

Группа	«Эффекта нет»	«Эффект есть»	Всего
Мотивационно-ценностный критерий			
	от 0 до 3,7 (низкий) или от 3,7 до 4,5 (средний)	более 4,5 (высокий)	
КГ	53 (77,9 %)	15 (22,1 %)	68
ЭГ	28 (53,8 %)	24 (46,2 %)	52
Когнитивный критерий			
	от 0 до 20 (низкий) или от 20 до 32 (средний)	от 32 до 40 (высокий)	
КГ	57 (83,8 %)	11 (16,2 %)	68
ЭГ	33 (63,5 %)	19 (36,5 %)	52
Деятельностный критерий			
	от 0 до 10 (низкий) или от 10 до 16 (средний)	от 16 до 20 (высокий)	
КГ	58 (85,3 %)	10 (14,7 %)	68
ЭГ	32 (61,5 %)	20 (38,5 %)	52

В соответствии с условиями критерия $\varphi_{кр}$ при уровне значимости 1%: $\varphi_{кр}(0,01) = 2,31$. Для мотивационно-ценностного критерия: $\varphi_{эмп(1)} = 2,801 \Rightarrow \varphi_{эмп(1)} > \varphi_{кр}$ – была принята гипотеза $H_{1(1)}$ (доля учащихся, набравших более 4,5 баллов в ЭГ больше, чем в КГ). Для когнитивного критерия: $\varphi_{эмп(2)} = 2,546 \Rightarrow \varphi_{эмп(2)} > \varphi_{кр}$ – была принята гипотеза $H_{1(2)}$ (доля учащихся, набравших от 32 до 40 баллов в ЭГ больше, чем в КГ). Для деятельностного критерия: $\varphi_{эмп(3)} = 2,996$ и $\varphi_{эмп(3)} > \varphi_{кр}$ – была принята гипотеза $H_{1(3)}$ (доля учащихся, набравших от 16 до 20 баллов в ЭГ больше, чем в КГ). По всем трём критериям сформированности стохастического мировоззрения эмпирическое значение превышало критическое значение ($\varphi_{эмп} > \varphi_{кр}$). Вследствие этого наблюдалась положительная динамика изменений показателей для каждого из критериев стохастического мировоззрения у учащихся ЭГ (интерес и мотивация к

стохастике, ценностные ориентации и отношение, стохастические знания, волевая регуляция). После обработки данных по критерию Фишера уровни сформированности стохастического мировоззрения учащихся ЭГ и КГ получили следующий вид (диаграмма 1).

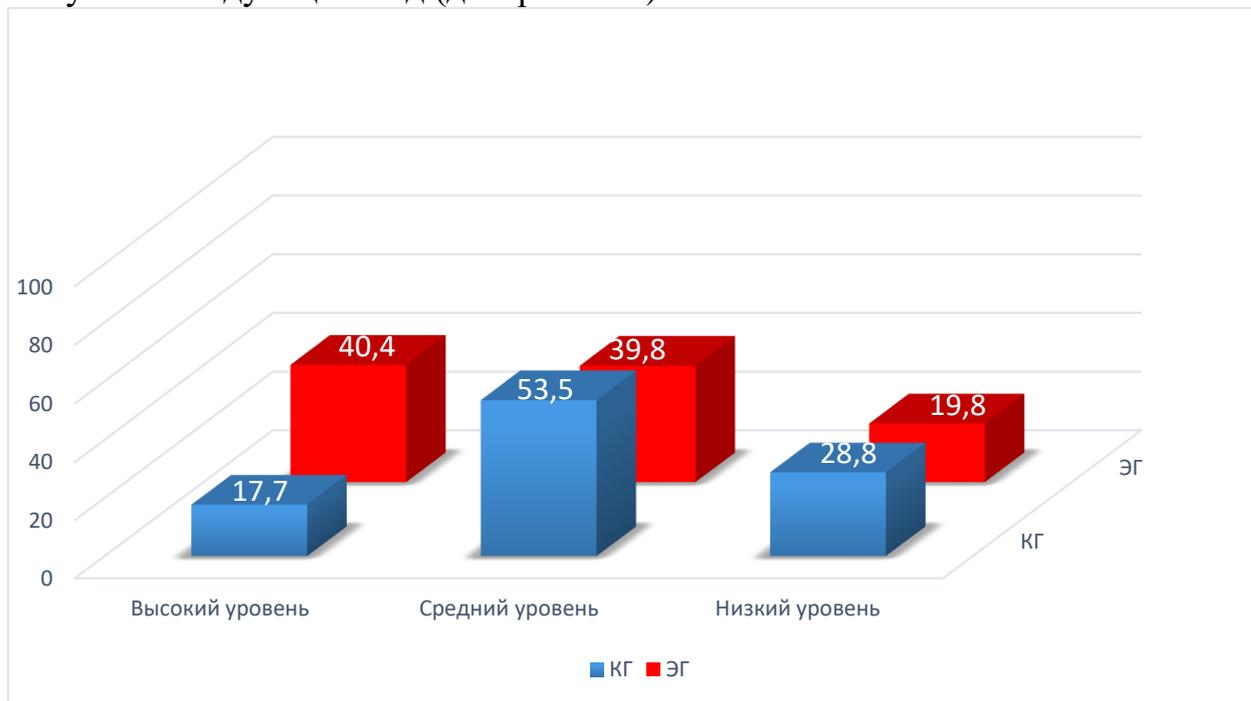


Диаграмма 1. Уровни сформированности стохастического мировоззрения старшеклассников ЭГ и КГ

Качественный и количественный анализ результатов показал, что у учащихся ЭГ зафиксирован более высокий уровень сформированности стохастического мировоззрения по сравнению с учащимися КГ. Это говорит об успешности внедренной методики.

В заключении обобщены результаты теоретического и экспериментального исследования, сформулированы основные выводы:

1) Стохастическое мировоззрение позволило приблизить учащихся к реальной действительности с её проблемами и парадоксами, оценить глобальность и универсальность вероятностно-статистических методов, увидеть возможности применения стохастики в повседневной жизни.

2) Реализация основных этапов при обучении математике способствовала вовлечению учащихся в активную деятельность, развитию устойчивых мотивов и ценностных ориентаций к стохастике, увеличению объёма предметных знаний, разнообразию исследовательской и проблемно-творческой деятельности.

3) Применение цифровых технологий при обучении стохастике оказало положительное влияние на качественное изменение способностей учащихся и повышение уровня их знаний.

4) Методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников позволила обеспечить целостность мировоззренческих, ценностных и мотивационных установок, создать благоприятные условия для саморазвития старшеклассников.

Полученные результаты обозначили перспективы развития идей и положений диссертационного исследования: формирование стохастического мировоззрения обучающихся в системах среднего профессионального, высшего и дополнительного образования.

Благодарности. Автор искренне благодарен научному руководителю доктору педагогических наук, профессору Щербатых Сергею Викторовичу за помощь, внимание и поддержку в исследованиях.

ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные статьи, опубликованные в рецензированных научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания (математика, уровень общего образования)

[1] Лыкова, К.Г. Элективный курс «Знакомство с миром случайностей и статистических закономерностей» в цифровой среде как средство развития стохастического мировоззрения старшеклассников / К.Г. Лыкова // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2022. – № 1 (57). – С. 89-97. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,234)

[2] Лыкова, К.Г. Методика формирования стохастического мировоззрения при изучении раздела «Случайные события. Вероятности» / К.Г. Лыкова // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2021. – № 4 (56). – С. 67-77. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,234)

[3] Shcherbatykh S. V., Lykova, K. G. Improving the Efficiency of Mathematics Education through the Development of a Stochastic Worldview of Students // International Journal of Instruction. 2022. V.15, No.2. pp. 1057-1074. (Scopus, ИФ 0,535)

/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование развития компонентов стохастического мировоззрения учащихся 10-11 классов на основе интеграции научных подходов (информационно-технологического, междисциплинарного, системного и деятельностного); поиск наиболее эффективного способа формирования мировоззрения у старшеклассников при обучении стохастике. /

[4] Shcherbatykh S.V., Lykova K. G. The continuity principle as a basis for forming stochastic competence in students of 10 and 11 grades of Russian general education schools: Experience of the Russian education system // ESPACIOS. 2018. V. 39. № 46. 12 p. (Scopus, ИФ 0,158)

/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование реализации принципов непрерывности и преемственности в обучении стохастике учащихся 10-11 классов с применением информационных и дистанционных технологий. /

Прочие публикации (по теме диссертации)

[5] Shcherbatykh S., Lykova K. Digitalization of Mathematical Education and its Influence on the Formation of Stochastic Worldview through the Development of Probabilistic Thinking Style // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. Proceedings of the 4th International Conference on Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education (IEELM-DTE 2020). 2020. pp. 96-102. (Scopus, ИФ 0,177)

/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит анализ использования цифровых технологий при изучении стохастики в школе, рассмотрение их влияния как на развитие вероятностного стиля мышления учащихся, так и стохастического мировоззрения. /

- [6] Лыкова, К.Г. Организация мировоззренчески направленного обучения стохастике старшекласников / К.Г. Лыкова // Continuum. Математика. Информатика. Образование. – 2021. – № 4 (24). – С. 22-31. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,084)
- [7] Лыкова К.Г. Модель формирования стохастического мировоззрения старшекласников в условиях цифровизации математического образования / К.Г. Лыкова // Профильная школа. – 2021. – Т. 9. № 2. – С. 53-59. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,279)
- [8] Лыкова К. Г. Технология проектирования элективных курсов по математике при подготовке к ЕГЭ с целью развития вероятностного стиля мышления обучающихся / К.Г. Лыкова, С.В. Щербатых // Профильная школа: «Научно-издательский центр ИНФРА-М». – 2019. –Т. 7. № 5. – С. 40-46. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,279)
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит изучение особенностей развития вероятностного стиля мышления школьников при подготовке к ЕГЭ по математике профильного уровня, содержательная составляющая элективного курса «Вероятностная природа математических задач ЕГЭ» по математике в системе общего образования. /
- [9] Лыкова К.Г. Развитие вероятностного стиля мышления в условиях цифровизации математического образования / К.Г. Лыкова, А. Ю. Полякова, С.В. Щербатых // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2019. – Т. 7. № 6. – С. 36-43. (ВАК, ИФ РИНЦ 0,268)
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование специфики стохастических задач, рассмотрение методических особенностей задачи Бюффона, использования метода Монте-Карло для нахождения вероятности, задач с нормальным распределением вероятностей – в программной среде «Математический конструктор». Поляковой А. Ю. принадлежит обработка результатов исследования, направленного на выявление уровня способностей учащихся владеть основными понятиями теории вероятностей. /
- [10] Лыкова, К.Г. Проблема реализации преемственности в обучении стохастической линии школьного курса математики / К.Г. Лыкова, С.В. Щербатых // European Social Science Journal, 2017. – № 6. – С. 436-442. (ВАК)
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит выявление основных проблем, связанных с реализацией принципа преемственности при изучении статистики школьного курса математики, предложены способы преодоления возможных трудностей при обучении. /
- [11] Лыкова К.Г. Организация обучения стохастике в сельских малокомплектных школах с применением вебинаров / К.Г. Лыкова, Е. И. Трофимова, С.В. Щербатых // European Social Science Journal, 2017. – № 10. – С. 145-152. (ВАК)
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Трофимовой Е. И. принадлежит исследование проблемы функционирования сельских малокомплектных школ. Лыковой К. Г. принадлежит выявление особенностей применения дистанционных технологий в сельских школах, рассмотрение возможностей организации вебинаров в программе Blackboard Collaborate. /
- [12] Знакомство с миром статистических закономерностей: учебное пособие / К.Г. Лыкова. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2022. – 80 с.
- [13] Знакомство с миром случайностей. Учебное пособие / К.Г. Лыкова. – Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2021. – 80 с.
- [14] Интерактивная стохастика. Учебное пособие / С.В. Щербатых, И.В. Китаева, К.Г. Лыкова, О.Ю. Мелякова, А.Ю. Рогачева. - Москва : Флинта, 2019. - 141 с.
/ Щербатых С. В. принадлежит разработка теоретического материала по стохастике, подкрепляющего школьный курс математики, разработка авторских задач к

пособию. И.В. Китаевой принадлежит разработка теоретического материала и авторских задач к пособию. Лыковой К. Г. принадлежит подбор инфокоммуникационных технологий к изложению основных вопросов стохастики и решению задач. Меляковой О.Ю. принадлежит подбор инфокоммуникационных технологий к изложению основных вопросов стохастики и решению задач. Рогачевой А.Ю. принадлежит подбор инфокоммуникационных технологий к изложению основных вопросов стохастики и решению задач. /

[15] Теория и практика формирования стохастической культуры учащихся общеобразовательной школы средствами новых инфокоммуникационных технологий. Монография / С.В. Щербатых, А.Ю. Рогачева, К.Г. Лыкова. - Елец : ЕГУ им. И.А. Бунина, 2019. - 184 с.

/ Щербатых С. В. принадлежит разработка теоретико-методических основ процесса формирования стохастической культуры учащихся средствами новых инфокоммуникационных технологий. Лыковой К. Г. принадлежит исследование роли и места инфокоммуникационных технологий в школьном стохастическом образовании, рассмотрение методики формирования стохастической культуры учащихся средствами новых инфокоммуникационных технологий. Рогачевой А.Ю. принадлежит исследование эволюции и современного состояния понятия: стохастическая культура школьника, модель методической системы обучения стохастики, формирующей стохастическую культуру учащихся, рассмотрение методики формирования стохастической культуры учащихся средствами новых инфокоммуникационных технологий. /

[16] Теоретико-методические основы реализации непрерывности и преемственности в развитии стохастической линии школьного курса математики в русле идей системно-деятельностного подхода: монография. / С.В. Щербатых, К.Г. Лыкова, А.Ю. Полякова. – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2018. – 173 с.

/ Щербатых С. В. принадлежит разработка теоретико-методических основ реализации непрерывности и преемственности в развитии стохастической линии школьного курса математики в русле идей системно-деятельностного подхода. Лыковой К. Г. принадлежит исследование условий реализации непрерывности и преемственности в развитии стохастической линии школьного курса математики в русле идей системно-деятельностного подхода, рассмотрение методики их реализации. Поляковой А.Ю. принадлежит исследование эволюции и современного состояния понятий: непрерывность и преемственность в развитии стохастической линии школьного курса математики, модель методической системы обучения элементам статистики, комбинаторики и теории вероятностей с учётом принципов непрерывности и преемственности, рассмотрение методики её реализации. /

[17] Лыкова К.Г. Основные этапы формирования стохастического мировоззрения старшеклассников в общеобразовательной школе // «Continuum. Математика. Информатика. Образование». – 2021. – № 3(23). – С. 29-35. (ИФ РИНЦ 0,084)

[18] Лыкова К. Г. Перспективы развития стохастического мировоззрения старшеклассников / К.Г. Лыкова // «Continuum. Математика. Информатика. Образование». – 2020. – № 3(19). – С. 42-48. (ИФ РИНЦ 0,084)

[19] Лыкова К.Г. Формирование стохастического мировоззрения старшеклассников посредством развития вероятностного стиля мышления / С.В. Щербатых, К.Г. Лыкова // Continuum. Математика. Информатика. Образование, 2020. – № 2 (18). – С. 46-52. (ИФ РИНЦ 0,084)

/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование методической системы, направленной на развитие вероятностного стиля мышления, оказывающего воздействие на формирование стохастического мировоззрения старших школьников общеобразовательных школ. /

- [20] Лыкова К.Г. О проблемах внедрения элективного курса по математике в системе общего образования для развития вероятностного стиля мышления в условиях глобальной информатизации / Лыкова К.Г. // Continuum. Математика. Информатика. Образование, 2019. – № 2 (14). – С. 82-90. (ИФ РИНЦ 0,084)
- [21] Лыкова К.Г. Методика формирования стохастического мировоззрения старшеклассников // Материалы Международного научного семинара преподавателей математики и информатики университетов и педагогических вузов – Развитие общего и профессионального математического образования в системе национальных университетов и педагогических вузов. – Брянск. – 2021. – С. 300-304.
- [22] Лыкова К.Г. Инструментарий для развития стохастического мировоззрения старшеклассников в условиях цифровизации (применение интерактивных учебных средств) // Материалы V Международной научной конференции – Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. – Красноярск, 2021. – С. 568-572.
- [23] Лыкова К.Г. Функционал интерактивных моделей программной среды "Математический конструктор" при обучении стохастике старшеклассников (с целью формирования стохастического мировоззрения) // Материалы Международной научно-практической конференции – Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии. – Елец, 2021. – С. 268-274.
- [24] Лыкова К.Г. Влияние цифровой среды на формирование стохастического мировоззрения старшеклассников / К.Г. Лыкова, С.В. Щербатых // Материалы Международной научно-практической конференции – Информатизация образования. – Орел, 2020. – С. 247-252.
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование возможностей основных средств цифровых технологий, используемых при изложении учебного материала, направленного на формирование стохастического мировоззрения старшеклассников. /
- [25] Лыкова К.Г. Цифровизация математического образования и её влияние на развитие вероятностного стиля мышления / С.В. Щербатых, К.Г. Лыкова // Материалы Международной научной конференции – Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. – Красноярск. – 2020. – С. 270-274.
/ Щербатых С. В. принадлежит постановка задачи исследования. Лыковой К. Г. принадлежит исследование основных направлений цифровизации в системе школьного математического образования, анализ влияния цифровизации системы среднего общего образования на формирование стохастического мировоззрения учащихся. /
- [26] Лыкова К.Г. Сущность развития стохастического мировоззрения старшеклассников в процессе обучения математике // Материалы областного профильного семинара по проблемам естественных наук – Школа молодых ученых. – Липецк. – 2020. – С. 105-111.
- [27] Лыкова, К.Г. Возможности инструментария Websoft Courselab при обучении старшеклассников стохастике на примере «Независимых повторений испытаний с двумя исходами» // Материалы областного профильного семинара – Школа молодых учёных по проблемам естественных наук. – Елец. – 2018. – С. 22-27.