

*На правах рукописи*



Лобанова Наталья Ивановна

**Изучение старшеклассниками дифференциальных  
уравнений в системе дополнительного образования как средство  
формирования целостной картины мира**

**5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания  
(математика)**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата педагогических наук

Орёл – 2024

Работа выполнена на кафедре «Математическое образование» в  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

**Научный руководитель** доктор педагогических наук, доцент  
**Яремко Наталия Николаевна**

**Официальные оппоненты:** **Муравник Андрей Борисович,**  
доктор физико-математических наук,  
ФГАОУ ВО «Российский университет  
дружбы народов имени Патриса Лумумбы»,  
директор Математического института  
им. С.М. Никольского

**Семенова Наталья Геннадьевна,**  
кандидат педагогических наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Мордовский государственный  
педагогический университет имени  
М.Е. Евсевьева», доцент кафедры биологии,  
географии и методик обучения естественно-  
технологического факультета

**Ведущая организация** **ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
университет»**

Защита состоится 25 июня 2024 г. в 13.00 на заседании  
диссертационного совета 24.2.353.01, созданного на базе ФГБОУ ВО  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», по  
адресу: 302020, г. Орёл, Наугорское шоссе, д. 29, ауд. 212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО  
«Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» и на сайте  
<http://www.oreluniver.ru/>

Автореферат разослан: 24 мая 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Ковешникова Елена Николаевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

**Актуальность исследования.** Реализация государственной политики РФ в сфере общего и дополнительного образования (ДО) регламентируется рядом основополагающих документов. В Федеральном Законе об образовании<sup>1</sup> говорится о том, что «образовательные организации могут использовать методические материалы, разработанные для углублённого изучения учебных предметов, обеспечивающие достижение требований к образовательным результатам в соответствии с обновлённым ФГОС СОО». В обновлённых ФГОС СОО<sup>2</sup> среди требований к предметным результатам освоения углублённого курса математики указаны умения старшеклассников «использовать производную для исследования функций, для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения»; умения «находить площади и объёмы фигур с помощью интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений». Концепция развития дополнительного образования<sup>3</sup> детей до 2030 года утверждает необходимость включения в основные программы ДО компонентов, обеспечивающих «формирование навыков, связанных с интеллектуальным развитием человека», «формированием механизмов преемственности и непрерывности образовательных траекторий в общем, дополнительном образовании, среднем и высшем образовании». В этом же документе ставится задача «обновления содержания, технологий и форматов дополнительного образования детей для удовлетворения индивидуальных запросов, для интеллектуального совершенствования детей». В целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей<sup>4</sup>, утверждённой приказом Министерства просвещения РФ 3.09.2019 г., обязательной для всех учреждений ДО, говорится, что целью ДО является «создание условий для воспитания гармонично развитой личности, развития талантов и способностей детей и молодёжи». В этом же документе ставится задача «охвата системой дополнительного образования до 80% от общего числа детей от 5 до 18 лет». Изучение дифференциальных уравнений (ДУ) в общем образовании и в системе ДО находится в русле целевых установок основных образовательных документов, т.к. служит для удовлетворения интеллектуальных потребностей индивида, даёт возможность расширения кругозора в соответствии с индивидуальными запросами и интересами

<sup>1</sup> Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "Об образовании в РФ» URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/)

<sup>2</sup> Приказ Мин.прос.РФ от 12.08.2022 г. № 732 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413" - URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405172211/>

<sup>3</sup> Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года.(от 31 марта 2022 г.) № 678-р МОСКВА. – URL: <http://government.ru/docs/all/140314/>

<sup>4</sup> Приказ Мин.прос.РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем ДО детей» – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912090014?ysclid=lr0h7sxx1h472686832>

каждого человека, а также позволяет реализовать возможность дальнейшего непрерывного образования.

Таким образом, можно констатировать, что изучение элементарных ДУ как в общем образовании, так и в системе ДО соответствует требованиям и целевым установкам регламентирующих образовательных документов. Поэтому целесообразность изучения элементарных ДУ, отдельных приёмов и методов математического моделирования на основе ДУ, как в стенах школы, так и вне её, в рамках дополнительного образования обусловлена перечисленными выше фактами. Выбор вида образования в пользу ДО обусловлен возможностью реализации междисциплинарной направленности изучения ДУ вследствие широкого предметного разнообразия программ ДО.

Известно, что ДУ, в качестве общего языка описания законов природы, играют важную роль в создании целостной картины мира (ЦКМ), формирование которой определено во ФГОС СОО. Одним из значимых аргументов в пользу изучения старшеклассниками ДУ являются требования к освоению предметных результатов, сформулированные во ФГОС СОО: образовательные результаты по учебным предметам «физика», «химия», «биология», «астрономия», «математика» должны обеспечивать сформированность представлений о роли и месте этих предметов в современной научной картине мира старшеклассника; межпредметные понятия из этих областей «позволяют связывать знания из различных учебных предметов, учебных курсов (в том числе внеурочной деятельности), учебных модулей в целостную научную картину мира»<sup>2</sup>). Каждый из учебных предметов вносит свой вклад в формирование современной естественнонаучной картины мира. Становится распространённой практика проведения интегрированных уроков химия/математика, биология/математика, физика/математика с использованием ДУ. Можно говорить о «физической» «химической», «биологической» и т.д. составляющих, т.е. о предметных составляющих естественнонаучной картины мира. Представления о целостности окружающего мира в значительной степени усиливаются при изучении ДУ, описывающих наиболее общие его законы.

Исключительная роль ДУ в описании целостной картины мира убедительно подтверждается высказыванием их первооткрывателя И. Ньютона: «Законы природы выражаются дифференциальными уравнениями». По словам Б.В. Гнеденко дифференциальные уравнения «играют роль одного из основных методов математического исследования явлений природы», к ним постоянно обращаются те дисциплины, которые «имеют непосредственное отношение к познанию окружающего мира». В наше время эта роль значительно повышается в связи с развитием искусственного интеллекта, а также с описанием с помощью ДУ импульсных воздействий, явлений супердиффузии и состояний плазмы (ДУ дробного порядка), вероятностных динамических процессов.

Наиболее адекватным инструментом формализации процессов

реального мира являются методы и средства математического моделирования, в том числе ДУ, поскольку позволяют демонстрировать взаимосвязи не только самих величин, но и скорость их изменения, описывать качественный характер таких изменений – рост, развитие, деградацию, исчезновение; выявить тренды, критические точки развития. Использование ДУ служит предпосылкой обогащения и уточнения представлений старшеклассников о процессах и явлениях окружающего мира, формирования целостных знаний старшеклассников о живой и неживой природе.

Целостность картины мира, которая описывается дифференциальными уравнениями, следует из того, что одно ДУ может служить математической моделью целого ряда систем реального мира, имеющих тождественную структуру, но относящихся к различным предметным областям. Такое свойство систем реального мира носит название системного изоморфизма.

Осознание школьниками факта единства и взаимосвязанности всех компонентов окружающей действительности, освоение ими понятия системного изоморфизма на основе изучения ДУ может служить опорой для развития представлений старшеклассников о целостности окружающего мира.

Целостная картина мира формируется на основе знаний о наиболее общих законах окружающего мира. Многие из них не являются содержанием основных образовательных программ общего среднего образования, поэтому для наиболее полноценного использования ДУ в формировании целостной картины мира старшеклассника необходимо привлекать возможности ДО с целью создания отдельного курса ДУ, ориентированного на формирование ЦКМ старшеклассника.

В связи с этим актуальной становится разработка и внедрение в образовательную практику ДО курса ДУ с целью формирования у старшеклассников целостной картины мира.

**Состояние разработанности проблемы.** ЦКМ – целостная картина мира – многоаспектное понятие, оно имеет различное толкование в естественнонаучной, философской, психологической, культурологической, исторической и многих других областях знаний. Для педагогической науки формирование естественнонаучной картины мира представляет научную проблему, различные аспекты которой рассмотрены в ряде исследований. Формированию у младших школьников первоначальной системы знаний о природе посвящена докторская диссертация Л.И. Буровой, развитие представлений старшеклассников о геометрической составляющей современной естественнонаучной картины мира рассматривается в работах Е.А. Ермак. Методика формирования основ биологической картины мира посредством обобщения при обучении учащихся 9-х классов разрабатывалась в исследованиях Н.Г. Семеновой. В качестве предмета исследований выступали средства формирования целостной картины мира у старших дошкольников в театрализованной деятельности (С.М. Максимова) и более обобщенно – у ребёнка на начальной ступени обучения в

педагогической системе К.Д. Ушинского (Н.Г. Медведева).

Однако, можно констатировать, что в полной мере проблема изучения ДУ в системе ДО с целью формирования ЦКМ старшеклассника ранее не рассматривалась в научно-методических исследованиях.

Проблеме организации дополнительного образования старшеклассников посвящены работы ряда ученых (В.В. Абрауховой, А.Г. Асмолова, М.Н. Филатовой, В.А. Березиной, А.А. Колчина и др.), эти исследования затрагивают лишь педагогическую сторону названной проблемы, методические аспекты изучения старшеклассниками ДУ в дополнительном образовании указанными авторами не рассматривались.

Изучение теории ДУ в высшем образовании и популяризация элементов этой теории для старшеклассников отражены в работах многих учёных-математиков и учёных-методистов, в их числе А.Н. Колмогоров, А.И. Маркушевич, Н.Я. Виленкин, В.И. Арнольд, Р.М. Асланов, И.И. Баврин, А.В. Боровских, А.Б. Муравник, Г.Ю. Ризниченко, Л.И. Родина и другие. Диссертационные исследования А.С. Безручко, А.Г. Савиной, и др. направлены на решение отдельных проблем методики обучения ДУ в вузе. В кандидатских диссертациях рассматриваются вопросы обучения ДУ в школе: К.М. Сураганова (1975) и Г.Е. Полехиной (1996) - ДУ как завершающий этап развития методической линии уравнений в школе, З.С. Гребневой – обучение математике, в том числе и решению ДУ, одарённых старшеклассников. Все названные исследования сыграли несомненную положительную роль в обучении дифференциальным уравнениям, но среди перечисленных авторов нет тех, кто занимался бы методикой изучения ДУ с целью формирования ЦКМ старшеклассника.

После проведённого анализа нормативных документов, регламентирующих работу организаций в сфере общего и дополнительного образования РФ, результатов психолого-педагогических исследований в области формирования целостной картины мира старшеклассника, научно-методических разработок и практического опыта обучения старшеклассников ДУ на основе метода математического моделирования в школе и вне её мы выявляем ряд *противоречий*.

*На социально-педагогическом уровне:* между регламентированным нормативным содержанием общего математического образования и широкими возможностями выбора отдельным индивидом дополнительных образовательных программ разнообразного содержательного спектра, которые представляет система дополнительного образования в соответствии с личными запросами, интересами, склонностями, а также с возможностью реализации непрерывного образования на следующем уровне.

*На обще-методическом уровне:* между широким многообразием практико-ориентированных задач в отдельных предметных областях (физика, экономика, биология, химия, экология, астрономия), решаемых средствами дифференциальных уравнений, и крайней недостаточностью методических разработок единого подхода, основанного на математическом моделировании



изоморфных систем реального мира с целью формирования целостной картины мира.

*На частно-методическом уровне:* между разнообразием, разрозненностью, неупорядоченностью математического содержания, неограниченными дидактическими возможностями пакетов программ компьютерной алгебры, IT-решателей для дифференциальных уравнений и необходимостью целенаправленного отбора такого содержания и средств, а также недостаточной разработанностью методик их использования с целью формирования целостной картины мира старшеклассника на основе дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования.

Необходимостью разрешения сформулированных выше противоречий обусловлена **актуальность** темы исследования «Изучение старшеклассниками дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования как средство формирования целостной картины мира».

**Проблема исследования:** какова должна быть методика изучения дифференциальных уравнений старшеклассниками в системе дополнительного образования, дающая устойчивые результаты в плане формирования целостной картины мира?

**Объект исследования** – процесс изучения старшеклассниками углублённых математических курсов в системе дополнительного образования.

**Предмет исследования** – процесс изучения старшеклассниками дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования с целью формирования целостной картины мира.

**Цель исследования** состоит в теоретическом обосновании, конструировании и реализации курса дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования, направленного на формирование целостной картины мира старшеклассника.

**Гипотеза исследования.** Методика изучения дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования на основе практико-ориентированного подхода будет способствовать полноценному формированию целостной картины мира старшеклассника, если:

- целостная картина мира (ЦКМ) старшеклассника, построенная на основе дифференциальных уравнений (ДУ), будет рассматриваться как результат отражения в его сознании знаний, умений, ценностных установок реальных процессов, явлений, состояний окружающего мира, подчинённых наиболее общим закономерностям, исследуемых методом математического моделирования изоморфных систем на основе ДУ;

- в качестве методологической основы освоения старшеклассниками знаний и умений при изучении дифференциальных уравнений в свете формирования целостной картины мира будет выступать практико-ориентированный подход, а основным инструментом - метод математического моделирования наиболее общих законов реального мира:

естественного роста, логистическом, законе взаимодействия противоборствующих видов, законе колебаний, взрывного развития;

- отбор и структурирование содержания изучения дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования старшеклассников будет осуществляться на основе системного изоморфизма, а выбор средств изучения определяться стремлением вовлечь обучающихся в активную творческую деятельность с применением компьютерных средств обучения, IT-решателей ДУ, понятийных карт, исследовательских проектов, которая приведёт к изменениям в личностной сфере старшеклассника;

- диагностика сформированности ЦКМ будет осуществляться в соответствии с критериями, позволяющими определить её уровни адекватно полученным знаниям, освоенным навыкам активной творческой деятельности, изменениям в эмоционально-ценностной и личностной сфере в виде приобретённых ориентаций, установок, убеждений, отношения, оценки и осознания своего места в мире.

Для достижения поставленной цели, а также в соответствии с объектом, предметом, гипотезой выдвинуты следующие **задачи исследования**.

1. Провести анализ нормативных документов общего и дополнительного образования в РФ, результатов психолого-педагогических исследований, практического опыта обучения школьников дифференциальным уравнениям и на основе этого анализа, в соответствии с познавательными интересами старшеклассников, обосновать целесообразность разработки курса дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования с целью формирования у них целостной картины мира.

2. Выявить методологическую основу формирования у обучающихся знаний, умений, ценностных установок и убеждений при изучении дифференциальных уравнений в свете формирования целостной картины мира.

3. Раскрыть сущность метода математического моделирования средствами аппарата дифференциальных уравнений, выражающих наиболее общие законы окружающего мира, и показать его роль в формировании целостной картины мира старшеклассника.

4. Осуществить целенаправленный отбор математического содержания и обосновать выбор средств изучения курса ДУ в системе дополнительного образования с целью формирования целостной картины мира старшеклассников.

5. Разработать систематизированный набор понятийных карт, перечень и набор практико-ориентированных задач и рекомендации к изучению курса ДУ в системе дополнительного образования на основе практико-ориентированного подхода с целью формирования целостной картины мира старшеклассника.

6. Экспериментальным путём проверить результативность



разработанной методики изучения ДУ в системе дополнительного образования с целью формирования целостной картины мира старшеклассников.

***Теоретико-методологическую основу исследования составляют:***

- регламентирующие установки нормативных правовых документов об образовании в Российской Федерации: закон «Об образовании в РФ», Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, ФГОС СОО, Приказ Мин.прос.РФ от 03.09.2019 №467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем ДО детей»;

- теория деятельности и её применение к процессу обучения (П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов, О.Б. Епишева, А.В. Леонтьев и др.);

- исследования в области применения практико-ориентированного подхода и реализации прикладной направленности математики в обучении (В. Блюм, М.В. Егупова, Ю.М. Колягин, А.Г. Мордкович, Н.А. Терешин, В.В. Фирсов, Л.М. Фридман и др.);

- фундаментальные исследования по проблемам информатизации образования и применения ИТ – средств в образовании (Л.Л. Босова, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, О.А. Козлов, А.Ю. Кравцова, А.А. Кузнецов, И.В. Роберт, Н.И. Рыжова, Е.С. Полат, Е.К. Хеннер, Т.Ш. Шихнабиева и др.);

- работы по методике обучения теории ДУ (А.Н. Колмогоров, А.И. Маркушевич, Н.Я. Виленкин, В.И. Арнольд, Р.М. Асланов, И.И. Баврин, А.В. Боровских, Л.И. Родина, А.Б. Муравник и др.);

- работы, посвящённые методическим аспектам применения метода математического моделирования (В.И. Арнольд, М.В. Егупова, В.С. Абатурова, В.А. Далингер, И.Г. Обойщикова, В.А. Штофф и др.);

- исследования по организации обучения школьников в системе ДО (Н.В. Аммосова, Е.Б. Евладова, В.Н. Иванченко, Л.Г. Логинова, Е.М. Штерингарц, и др.);

- методические аспекты использования задач при обучении математике (В.Г. Болтянский, Ю.М. Колягин, Г.В. Дорофеев, Г.И. Саранцев, И.Ф. Шарыгин и др.).

Цель, гипотеза и задачи обусловили выбор совокупности ***теоретических, эмпирических, статистических методов*** исследования.

***Теоретические методы:*** сравнительный анализ научной, педагогической, учебно-методической литературы, направленный на определение содержания и логики исследования, нормативной документации по обучению математике в общем среднем образовании, в системе ДО; конкретизация положений практико-ориентированного обучения и метода математического моделирования к обучению старшеклассников ДУ, моделирование процесса обучения старшеклассников в системе ДО с целью формирования ЦКМ.

***Эмпирические методы:*** педагогическое наблюдение, беседы, анкетирование, интервьюирование, изучение и обобщение практики и опыта

работы учителей математики средней школы и педагогов ДО, анализ собственного опыта преподавания, экспериментальная проверка разработанной методики изучения ДУ, диагностика состояния знаний учащихся и сформированности ЦКМ с помощью контрольных работ и тестов.

*Статистические методы:* статистическая обработка результатов исследования, критерий знаков для малых групп, хи-квадрат Пирсона для оценки однородности/неоднородности экспериментальной и контрольной групп и др.

**Этапы исследования.** Диссертационное исследование осуществлялось в три этапа. В течение *первого этапа* (2016 –2020 гг.) были проведены анализ нормативных образовательных документов, оценка и обобщение существовавшего на тот момент опыта изучения ДУ школьниками в рамках факультативных и углубленных курсов математики, выбор организационных форм, методов и средств проведения занятий, конструирование отдельных элементов теоретической модели формирования целостной картины мира старшеклассников; проведен констатирующий этап экспериментальной проверки результативности конструируемой методики. На *втором этапе* (2020–2022 гг.) обоснована продуктивность использования в обучении идеи об изоморфизме систем окружающего мира с целью формирования целостной картины мира старшеклассников, проведен отбор математического содержания курса ДУ, осуществлена проверка результативности методики на малой группе обучающихся, сформирована модель процесса обучения, проведен формирующий этап экспериментальной проверки. На *третьем этапе* исследования (2022–2023 гг.) завершен контролирующий этап экспериментальной проверки, обобщены полученные экспериментальные данные, оформлены материалы диссертации и автореферата, выводы по главам и параграфам диссертационной работы, список литературы и приложения к диссертационному исследованию.

**Наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна**

1. С опорой на анализ нормативных документов и социального заказа к ДО, в соответствии с познавательными интересами старшеклассников обоснована целесообразность разработки курса дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования, ориентированного на формирование у них целостной картины мира.

2. Согласно положениям практико-ориентированного подхода, как методологической основы формирования ЦКМ при изучении дифференциальных уравнений, и в соответствии с сущностью метода математического моделирования сформулированы методические требования к построению курса ДУ с целью формирования целостной картины мира старшеклассников, отличающие этот курс от традиционного:

а) отбор и структурирование математического содержания и его приложений в строгом соответствии с целью обучения - формированием

ЦКМ старшекласника - и изоморфизмом систем реального мира; к изучению берутся дифференциальные уравнения, которые являются формой выражения наиболее общих законов, свидетельствующих о целостности и единстве окружающего мира;

б) преимущественное использование ИТ-средств, систем компьютерной алгебры, визуализации при нахождении аналитических и численных решений ДУ;

в) реализация активных форм обучения, обеспечивающих изменения в личностной сфере старшекласника, обуславливающих осознание старшекласником своего места и роли в окружающем мире;

г) осуществление возможности непрерывного образования: конструируемый курс ДУ может служить пропедевтической основой для продолжения образования на следующем уровне.

3. Для реализации практико-ориентированного подхода предложена модель изучения ДУ в системе ДО с целью формирования целостной картины мира старшекласников в составе целевого, методологического, содержательно-организационного и диагностического блоков.

4. Сформулированы методические требования к конструированию понятийных карт, отражающие необходимость строгого целенаправленного отбора математического содержания и их систематизации в соответствии со спецификой описанного в каждой карте закона.

5. Составлен систематизированный набор понятийных карт, каждая из которых описывает один из наиболее общих законов окружающего мира; для каждой из понятийных карт указан перечень процессов реального мира, подчиняющихся рассматриваемому в карте закону, и предложены наборы задач, обеспечивающие включение старшекласников в активную познавательную деятельность по освоению разработанного курса ДУ.

**Существенность отличий** в новизне научных положений от результатов, полученных другими авторами, заключается в выдвигании и реализации идеи формирования целостной картины мира старшекласника посредством изучения ДУ, являющихся формой выражения наиболее общих законов, свидетельствующих о целостности и единстве окружающего мира.

**Теоретическая значимость** работы состоит в том, что она дополняет теорию и методику обучения математике обоснованием возможности формирования целостной картины мира старшекласника посредством изучения ДУ в системе ДО образования:

- обогащено содержание дополнительного образования через обоснование и разработку методики изучения ДУ с целью формирования ЦКМ старшекласника на основе практико-ориентированного подхода и метода математического моделирования;

- уточнено понятие «целостная картина мира старшекласника на основе ДУ»;

- раскрыт потенциал изучения дифференциальных уравнений как приоритетного ресурса формирования ЦКМ старшекласника в системе ДО;

- разработана модель изучения ДУ в системе ДО с целью формирования целостной картины мира старшеклассников на основе практико-ориентированного подхода и математического моделирования наиболее общих законов природы: естественного роста, логистического, взаимодействия противоборствующих видов, колебаний, взрывного развития;

- обоснованы методические требования к составлению систематизированного набора понятийных карт: фундаментальность, наглядность, доступность, систематичность, комплексность, обогащение деятельности, единства аффекта и интеллекта;

- обоснованы и разработаны критерии сформированности ЦКМ старшеклассника на основе ДУ (знаниевый, операционно-деятельностный, ценностно-смысловой) а также показатели к каждому из критериев;

- доказано, что изучение ДУ в системе ДО по разработанной методике способствует формированию целостного восприятия картины окружающего мира, представлений о схожести закономерностей различных областей знания, общности явлений неживой и живой природы.

***Практическая значимость*** работы состоит в том, что:

- разработанная автором методика изучения ДУ применима к практике работы учреждений ДО по формированию у школьников современной научной картины мира;

- предложенные понятийные карты по каждому из общих законов (естественного роста, логистического, закона взаимодействия противоборствующих видов, колебаний, взрывного развития) дают возможность учителям активизировать познавательную деятельность старшеклассников по математическому моделированию наиболее общих процессов реального мира;

- перечень и наборы практико-ориентированных задач для каждой из понятийных карт и рекомендации по их использованию помогут повысить не только качество освоения старшеклассниками содержания курса ДУ, но и в итоге обеспечивать приращение у них представлений о целостности окружающего мира.

***Достоверность результатов исследования*** и обоснованность сформулированных на их основе выводов обеспечивается:

- анализом практики общеобразовательной школы и учреждений дополнительного образования;

- положительной оценкой педагогами ДО и учителями математики общего образования разработанных методических рекомендаций по изучению учащимися ДУ в системе ДО, решению задач на основе практико-ориентированного подхода с применением метода математического моделирования;

- данными экспериментальной проверки предлагаемой методики изучения ДУ в системе ДО, ориентированной на формирование целостной картины мира.

**Апробация и внедрение** результатов исследования. Теоретические положения и результаты исследования докладывались на международных и всероссийских конференциях по теории и методике обучения математике, по теории дифференциальных уравнений в городах: Москва (2015, 2017, 2020, 2023); Астрахань (2017, 2018, 2020); Казань (Mathedu-2017, 2019, 2023); Грозный (2018, 2020, 2021); Воронеж (2019, 2020, 2021, 2023); Волгоград (2017); Махачкала (2017); Армения, Горис (2015); Осетия (2017); Гомель (2017); Нальчик (2018); Стерлитамак (2018); Симферополь (2019); Баку (2019); Елец (2019); Пенза (2020); Абрау-Дюрсо (2021).

Материалы и результаты исследования одобрены и внедрены в практику работы МУДО «Центр внешкольной работы г. Зеленокумска Советского района», МОУ «СОШ №12 г. Зеленокумска», Воскресную компьютерную школу ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.

### **Основные положения и результаты, выносимые на защиту:**

1. *Целостная картина мира (ЦКМ) старшеклассника на основе изучения дифференциальных уравнений (ДУ)* – это научная картина мира, которая является отражением в сознании старшеклассника в виде знаний, умений, ценностных установок тех реальных процессов, явлений, состояний окружающего мира, которые подчинены наиболее общим закономерностям, описываемым на языке ДУ; такое отражение формируется при изучении старшеклассниками ДУ на основе метода математического моделирования изоморфных систем реального мира и способствует изменениям в когнитивной и личностной сферах обучающихся: старшеклассники усваивают наиболее общие законы окружающего мира, выраженные на языке ДУ, осознают своё активное место в мире, приобретают ценностные ориентации и установки.

2. *Методологической основой* изучения дифференциальных уравнений с целью формирования целостной картины мира старшеклассников является практико-ориентированный подход, который отражает дуальность процесса обучения и позволяет, с одной стороны, описывать и изучать реальные объекты с точки зрения ДУ, а с другой - развивает математические умения старшеклассников через исследование объектов реальной действительности, через решение практико-ориентированных задач. Основным методом решения практико-ориентированных задач является метод математического моделирования, основанный на применении ДУ, и выявляющий системный изоморфизм реальных процессов и явлений окружающего мира.

3. Реализацию практико-ориентированного подхода целесообразно осуществлять на основе *модели* изучения старшеклассниками ДУ в системе ДО с целью формирования ЦКМ в составе целевого, методологического, содержательно-организационного и диагностического блоков. Целевой блок включает трехуровневую постановку целей; методологический – представлен практико-ориентированным подходом; содержательно-организационный сконструирован на основе отбора практико-ориентированных задач,

решаемых методом математического моделирования с использованием ИТ-средств, систематизированного набора понятийных карт; диагностический блок: критерии, уровни, показатели, – реализован как адаптация методики С.В. Тарасова для категориальных структур мировосприятия.

4. *Отбор и структурирование содержания* изучения дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования старшеклассников осуществляется на основе системного изоморфизма, когда одной и той же математической моделью – одним и тем же ДУ – описывается целый ряд разнообразных процессов или явлений окружающего мира. Среди наиболее общих взаимосвязей окружающего мира, выраженных на языке ДУ, выделены для изучения законы естественного роста, логистический, колебаний, взаимодействия конкурирующих видов, взрывного развития.

5. *Методика* изучения ДУ с целью формирования ЦКМ старшеклассников основана на модели изучения старшеклассниками дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования с целью формирования ЦКМ, реализуется с помощью понятийных карт, соответствующих каждому из рассматриваемых законов, наборов практико-ориентированных задач, пакета компьютерной математики Mathcad, ИТ-решателей ДУ, лабораторно-практических занятий, исследовательских проектов.

6. Результативность разработанной методики изучения ДУ в системе дополнительного образования с целью формирования ЦКМ старшеклассников оценивается посредством *диагностики*, основанной на том, что отражение в сознании старшеклассника реальных процессов, явлений, закономерностей, состояний окружающего мира – это результат и психический процесс, поэтому его результативность характеризуется полученными знаниями, освоенными навыками активной творческой деятельности, изменениями в эмоционально-ценностной и личностной сфере в виде приобретённых ориентаций, установок, убеждений, отношения, оценки и осознания своего места в мире. Диагностика сформированности ЦКМ осуществляется в соответствии со знаниевым, операционно-деятельностным и ценностно-смысловым критериями.

**Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 5.8.2. «Теория и методика обучения и воспитания»:** п. 11. Проблемы формирования мировоззрения, научной картины мира ... средствами предметного образования. А также Перечню актуальных тематик диссертационных исследований в области наук об образовании, рекомендованных РАО и ВАК (Москва – 2023), для научной специальности 5.8.2: «2.9 – проблемы формирования научной картины мира; 2.10 – обновление содержания учебных предметов».

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы, 3-х приложений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснованы актуальность проблемы исследования и выбор темы, определены цели, выделены объект и предмет, сформулированы гипотеза, задачи и методы, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведены сведения об апробации результатов исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Теоретическое обоснование сущности формирования целостной картины мира в процессе изучения дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования»** разработаны теоретические основы формирования целостной картины мира старшеклассников в процессе изучения ДУ в системе ДО. На основании изучения литературных источников дана характеристика понятия «Целостная картина мира» и обоснована целесообразность её формирования в системе дополнительного образования. Представлено определение ЦКМ школьника, построенной на основе ДУ через понятие научной картины мира. В соответствии с этим определением под ЦКМ старшеклассника мы понимаем системное отражение в его сознании в виде знаний, умений, ценностных установок тех реальных процессов, явлений, состояний окружающего мира, которые подчинены наиболее общим закономерностям, исследуемым, в частности, с помощью ДУ.

Далее в тексте главы обосновано, что методологической основой формирования ЦКМ школьника является практико-ориентированный подход, а метод математического моделирования является наиболее значимым инструментом в этом процессе. Практико-ориентированное обучение – это процесс, который реализуется с целью развития личности, направленный, с одной стороны, на совершенствование ряда психологических характеристик обучающихся (внимание, мышление, мотивация), с другой стороны, – на самостоятельное приобретение ими новых знаний, формирование практического опыта их применения при решении жизненно важных задач, развитие мировоззрения и осознание своей активной роли в познании окружающего мира.

Применительно к математике практико-ориентированный подход целесообразно основывать на бинарной сущности практических приложений математики, предусматривающей, с одной стороны, понимание предметного содержания математики, а с другой – понимание окружающего мира с помощью математики, готовящее школьников к непосредственному активному участию в жизни и осознанию своей роли в этом процессе. Бинарная сущность практико-ориентированного обучения математике как нигде ярко проявляется при изучении дифференциальных уравнений, поскольку ДУ, как математические модели, описывают процессы и явления реального мира и с их помощью окружающий мир исследуется, а с другой стороны, – осуществляется обучение математике через решение практико-ориентированных задач, основанных на ДУ.



Целевой блок	<p align="center"><b>Социальный заказ к ДО:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• углублённое изучение математики, обеспечивающее достижение требований к образовательным результатам,</li> <li>• формирование мировоззрения и стиля мышления молодого человека в условиях информационного общества,</li> <li>• обеспечение механизмов преемственности «ДО - ВУЗ»,</li> <li>• обновление содержания, технологий и форматов ДО</li> </ul>		<p align="center"><b>Цель:</b></p> <p align="center">формирование ЦКМ старшекласников на основе изучения ДУ в системе дополнительного образования</p>
Методологический блок	<p align="center"><b>Принципы</b> изучения ДУ в системе ДО с целью формирования ЦКМ</p>		
	<p align="center"><b>Общедидактические:</b> фундаментальности, наглядности, доступности, систематичности</p>		
	<p align="center"><b>Частные принципы</b> практико-ориентированного подхода и математического моделирования: междисциплинарности, адекватности, соответствия модели решаемой задаче, упрощения</p>		
	<p align="center"><b>Специальные принципы</b> формирования целостной картины мира: учёта возрастных особенностей, интеграции знаний, комплексности, обогащения деятельности, единства аффекта и интеллекта</p>		
Содержательно-организационный блок	<p align="center"><b>Методические требования к курсу ДУ</b>, ориентированного на формирование ЦКМ старшекласника, отличающие курс от традиционного:</p>		
	<p>а) тщательный отбор и структурирование математического содержания в строгом соответствии с целью обучения - формированием ЦКМ старшекласника и изоморфизмом систем реального мира: к изучению берутся дифференциальные уравнения, выражающие наиболее общие законы реального мира;</p> <p>б) преимущественное использование ИТ-средств, систем компьютерной алгебры, визуализации при нахождении аналитических и численных решений ДУ;</p> <p>в) реализация активных форм обучения, обеспечивающих изменения в личностной сфере старшекласника, обуславливающих осознание старшекласником своего места и роли в окружающем мире;</p> <p>г) осуществление идеи непрерывного образования: конструируемый курс ДУ должен служить пропедевтической основой для продолжения образования на следующем уровне</p>		
	<p align="center">Курс ДУ, ориентированный на формирование ЦКМ старшекласника на основе изучения наиболее общих законов окружающего мира: естественного роста, логистического, колебаний, взрывного развития, взаимодействия конкурирующих видов</p>		
	<p><b>Методы:</b> информационно-рецептивный; проблемного изложения; частично-поисковый; исследовательский</p>	<p><b>Формы:</b> теоретические и практические занятия, лабораторные работы, исследовательские проекты</p>	<p><b>Средства:</b> систематизированный набор понятийных карт, практико-ориентированные задачи, система компьютерной алгебры Mathcad, ИТ-решатели ДУ</p>
Диагностический блок	<p align="center">Критерии и показатели сформированности ЦКМ старшекласника</p>		
	<p><b>Знаниевый:</b> владение наиболее общими законами окружающего мира, выраженными на языке ДУ (естественного роста, логистический, колебаний, взаимодействия конкурирующих видов, взрывного развития) и алгоритмы их распознавания в практико-ориентированных задачах</p>	<p><b>Операционно-деятельностный:</b> умения решать простейшие ДУ, применять знания о ДУ для описания картины мира, его взаимосвязей, взаимозависимостей; умения интегрировать знания, обобщать; навыки активной творческой деятельности; владение этапами математического моделирования</p>	<p><b>Ценностно-смысловой:</b> личная оценка явлений действительности, суждения о значимости и целостности мира, его гармонии, схожести закономерностей различных областей знания, общности явлений неживой и живой природы, осознание своего места и активной роли в окружающем мире</p>
	<p align="center">Уровни сформированности ЦКМ: I- низкий, II -средний, III- высокий</p>		

**Рисунок 1– Модель изучения ДУ в системе дополнительного образования с целью формирования ЦКМ старшекласников**

Переходя к рассмотрению практико-ориентированного подхода в изучении старшекласниками ДУ в системе ДО мы рассматриваем его как совокупность приёмов, способов, обеспечивающих обучение, направленное на формирование целостного образа мира. Такое обучение предполагает решение практико-ориентированных задач на основе метода математического моделирования, реализующееся в различных форматах активной учебно-познавательной деятельности.

В нашем исследовании практико-ориентированная задача, ориентированная на формирование ЦКМ школьника, – это задача, содержательная математическая модель которой может быть построена средствами математического моделирования на основе ДУ. Важность данного метода состоит в том, что он позволяет объединить относительно разрозненные в школьном предметном обучении различные области предметных знаний – химическую, биологическую, физическую, геометрическую, механическую и др. и показать их глубокую внутреннюю связь. Основным содержательным ресурсом при этом выступает аппарат ДУ, который рассматривается в качестве математической основы формирования ЦКМ старшекласников в системе ДО.

Таким образом, изучение учащимися старших классов ДУ в системе ДО на основе практико-ориентированного подхода с использованием метода математического моделирования может служить важнейшей предпосылкой формирования у них целостной картины мира.

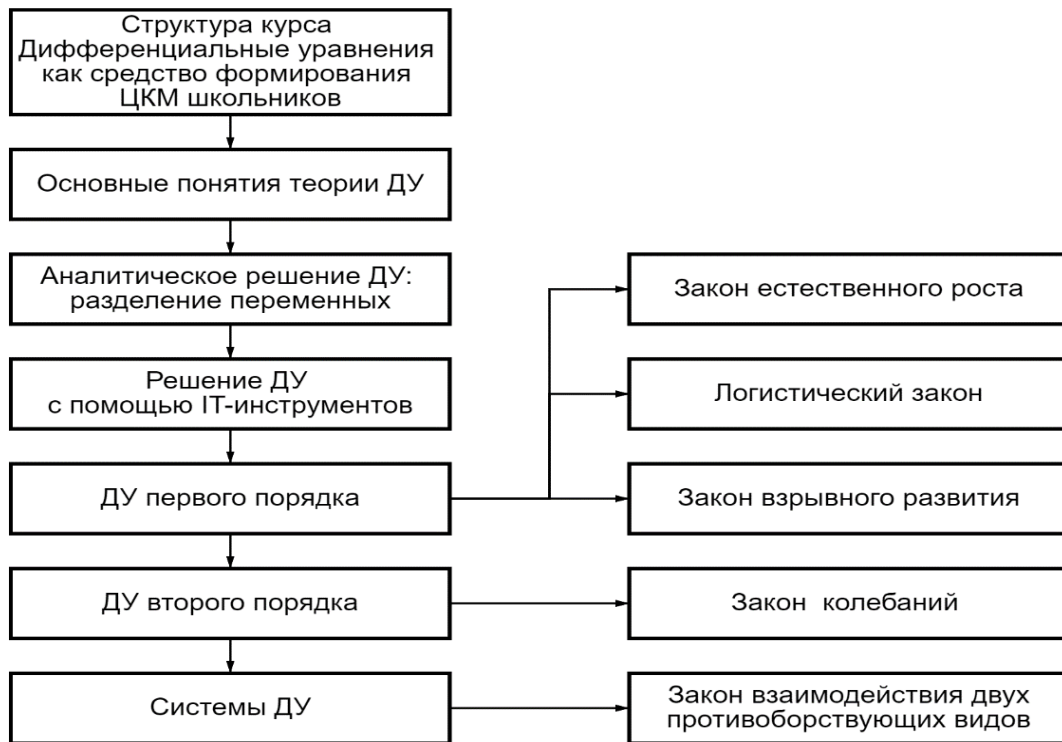
Далее в диссертации представлена модель (рисунок 1) изучения ДУ в системе ДО в составе целевого, методологического, содержательно-организационного и диагностического блоками. В соответствии с этой моделью, целью изучения ДУ в системе ДО, определяемой социальным заказом, является формирование целостной картины мира.

Стратегия обучения ДУ в системе ДО, определяемая построенной моделью, позволяет в наибольшей степени акцентировать внимание старшекласников на универсальности представления различных изоморфных явлений окружающего мира на основе одного ДУ, что способствует формированию целостных представлений об окружающем мире.

Во второй главе **«Методика изучения старшекласниками дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования с целью формирования целостной картины мира»** подробно раскрываются компоненты построенной модели. Результатом таких построений стала авторская методика, целью которой является формирование ЦКМ старшекласника на основе изучения ДУ в системе ДО. Данная цель конкретизируется в виде задач по формированию отдельных компонентов ЦКМ школьника на каждом отдельном занятии курса ДУ.

Указанная цель определяет отбор содержания курса ДУ в системе ДО, который включает основные понятия теории ДУ, теоретические утверждения этой теории, перечень основных законов, выраженных на языке ДУ, практико-ориентированные задачи, метод математического моделирования,

рекомендации по использованию соответствующих ИТ- инструментов.



**Рисунок 2 – План курса ДУ: изучение ДУ с целью формирования ЦКМ старшеклассников на основе основных наиболее общих законов окружающего мира**

На рисунке 2 представлена структура курса ДУ, элементы которого соотнесены с основными законами окружающего мира.

Важную роль в содержательно-методическом обеспечении предлагаемого курса ДУ играют понятийные карты, каждая из которых связана с одним из изучаемых законов. Перечень понятийных карт:

1. Закон естественного роста:  $y'(x) = k \cdot y(x)$ ,  $k - const$ .

2. Логистический закон:  $y'(x) = \alpha \cdot y(x) - \beta \cdot y^2(x)$ ,  $\alpha, \beta > 0$ ,  $const$ .

3. Закон взрывного развития:  $y'(x) = k \cdot y^2(x)$ ,  $k - const$ .

4. Закон колебаний:  $y''(x) = -k^2 \cdot y(x)$ ,  $k - const$ .

5. Закон взаимодействия противоборствующих видов:

$$x'(t) = C \cdot x(t) - h \cdot y(t) \cdot x(t),$$

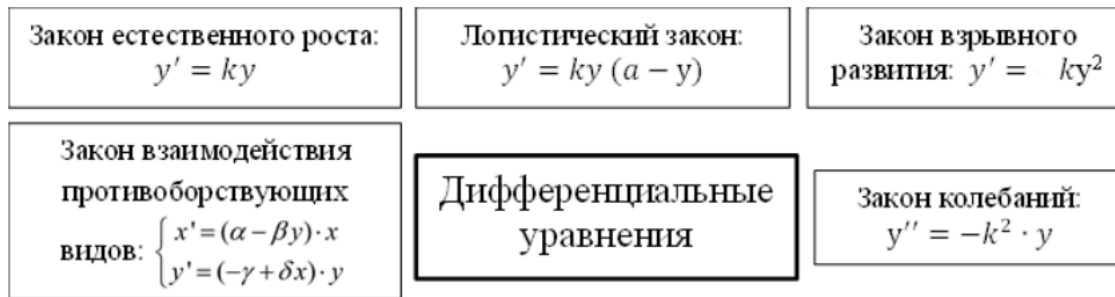
$$y'(t) = -D \cdot y(t) + r \cdot y(t) \cdot x(t)$$

$$C > 0, D > 0, h > 0, r > 0 - const.$$

Каждая понятийная карта включает:

- название закона,
- ДУ или систему ДУ - математическую модель закона,
- словесное описание закона,
- перечень практико-ориентированных задач, относящихся к данному закону,
- модельную задачу.

Набор понятийных карт обладает иерархической структурой. Систематизированный набор понятийных карт упорядочен по возрастанию сложности описанного в понятийной карте закона, иерархия понятийных карт отражена в рисунке 3.



*Рисунок 3 – Фрейм «Понятийные карты курса ДУ»*

Понятийным картам отводится центральное место в формировании ЦКМ старшекласника, поскольку решение практико-ориентированных задач с опорой на понятийные карты позволяет обучающимся освоить идею системного изоморфизма: одно ДУ является математической моделью для целого ряда различных процессов и явлений окружающего мира. Учебно-познавательная деятельность с использованием понятийных карт ориентирована на активизацию способностей обучающихся к обобщению, выявлению закономерностей и характера зависимостей между переменными, школьники осваивают умения подмечать изоморфность ситуаций, распознавать в описании явлений природы основные закономерности и формулировать их на языке ДУ, что является предпосылкой для формирования ЦКМ старшекласника.

С целью подтверждения гипотезы исследования и полученных теоретических выводов была организована их экспериментальная проверка. Она проводилась с группами старшекласников в Центре внешкольной работы (МУДО «ЦВР»), на базе МОУ «СОШ №12» г. Зеленокумска Ставропольского края, в Воскресной компьютерной школе ЮФУ в г. Ростов-на-Дону. Всего в различных форматах экспериментальной работы приняли участие 194 обучающихся.

В *констатирующем* этапе (2018 – 2020 гг.) приняли участие 48 старшекласников. Посредством анкетирования и интервьюирования обучающихся, а также опроса учителей, было установлено, что целостная картина мира у старшекласников в условиях современного общего образования сформирована недостаточно, но школьники проявляют интерес к изучению ДУ и к освоению общих закономерностей, действующих в окружающем мире.

В *формирующем* этапе (2020 – 2022 гг.) задействовано 35 старшекласников. Была осуществлена проверка первого варианта методики обучения старшекласников ДУ на основе разработанной программы дополнительного образования, которую назвали классической.

Проанализировав её достоинства и недостатки, разработали далее курс ДУ, основанный на системном изоморфизме, что позволило развернуть построение модели изучения ДУ с целью формирования ЦКМ старшекласников.

Результативность сконструированного второго варианта методики обучения старшекласников ДУ в рамках ДО на основе практико-ориентированного подхода, направленного на формирование ЦКМ старшекласника, проверялась в ходе *контролирующего* этапа (2022 – 2023 гг.), в котором приняли участие 111 учащихся, причём 57 учащихся составили контрольную группу (КГ), а 54 – экспериментальную (ЭГ). В ЭГ экспериментальное обучение по разработанной методике проводилось лично диссертантом в Центре внешкольной работы (МУДО «ЦВР»), на базе МОУ «СОШ № 12» г. Зеленокумска. В качестве КГ были задействованы учащиеся Воскресной компьютерной школы ЮФУ в г. Ростов-на-Дону, изучавшие соответствующий курс в классическом формате.

На основании критериев, разработанных в рамках модели изучения ДУ, были выделены три уровня сформированности ЦКМ: I - низкий, II - средний, III – высокий. Отнесение того или иного старшекласника к определённому уровню осуществлялось на основании оценки в баллах продуктов учебной деятельности старшекласников, результатов анкетирования, контрольных работ, выполнения исследовательских проектов.

Например, одна из проверочных работ содержала следующее задание.

Соотнесите описанные ниже процессы реального мира с одним из общих законов, ставших известными вам при изучении ДУ:

1) Воздействие рекламы в городе с населением  $N$  тысяч человек в условиях конкуренции в информационной сфере подчинено зависимости: скорость распространения сведений о новом товаре или услуге пропорциональна как числу знающих о товаре покупателей - жителей города, так и числу не знающих о товаре покупателей – жителей этого города.

2) Интенсивность распространения заболевания с учётом временного иммунитета жителей некоторого города пропорциональна как численности имеющих иммунитет индивидов в момент времени  $t$ , так и численности не имеющих иммунитета индивидов к моменту времени  $t$ .

3) Скорость размножения популяции в условиях конкуренции за ресурсы внутри популяции пропорциональна количеству особей в популяции, а также количеству доступных ресурсов, при прочих равных условиях.

4) Скорость размножения редких видов животных пропорциональна квадрату их численности.

5) Скорость роста атеросклеротической бляшки в сосуде человека пропорциональна квадрату её размера.

6) Для двух противоборствующих сторон предполагается, что каждая из сторон уничтожает ресурс соперника со скоростью, пропорциональной имеющемуся у неё собственному ресурсу с постоянным коэффициентом пропорциональности.

7) Модель обмена знаниями (технологиями, энергией) между двумя взаимодействующими объектами строится на основе закономерности: каждый из взаимодействующих объектов обладает некоторыми знаниями и знания каждого объекта растут пропорционально имеющемуся ресурсу другого из объектов.

Результаты диагностики ЦКМ в контрольной и экспериментальной группах представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Уровни сформированности ЦКМ старшеклассников в контрольной группе (КГ) и экспериментальной группе (ЭГ) на контролирующем этапе экспериментальной проверки**

Уровень сформированности	КГ (кол-во старшеклассников)	ЭГ (кол-во старшеклассников)	КГ (кол-во Старшеклас-сников)	ЭГ (кол-во Старшеклас-сников)
	до обучения		после обучения	
Низкий	47	43	15	6
Средний	9	10	33	29
Высокий	1	1	9	19
Всего	57	54	57	54

Для проверки статистической значимости показателей сформированности ЦКМ на разных этапах экспериментальной проверки использовались критерии: знаков, хи-квадрат Пирсона и Макнамары.

Так, при проверке различий в сформированности ЦКМ старшеклассников в КГ и ЭГ после обучения на контролирующем этапе наблюдаемое значение критерия Пирсона (7,611) превысило критическое значение (5,991) при уровне значимости  $p < 0.05$ . А при проверке различий в сформированности ЦКМ только старшеклассников ЭГ до и после обучения наблюдаемое значение критерия Макнамары (35,10) превысило критическое значение (3,84) при том же уровне значимости.

Тем самым установлены достоверные различия между группами по признаку «сформированность ЦКМ» на 5% -ном уровне значимости. Данный факт свидетельствует о результативности разработанной методики обучения ДУ с целью формирования ЦКМ старшеклассников. Гипотеза исследования получила экспериментальное подтверждение.

**В заключении диссертации сформулированы выводы и результаты:**

1. На основе анализа литературных источников уточнено базовое понятие «Целостная картина мира (ЦКМ) старшеклассника, построенная на основе дифференциальных уравнений (ДУ)» как научная картина мира, которая является системным отражением в сознании школьника реальных процессов, явлений, состояний окружающего мира, подчинённых наиболее общим закономерностям; отражения, полученного на основе метода математического моделирования изоморфных систем с применением ДУ,

способствующего осознанию старшеклассником своего места в мире и приобретению соответствующих ценностных установок и ориентаций.

2. Конкретизирована сущность применения метода математического моделирования средствами аппарата ДУ, выражающих наиболее общие законы окружающего мира (естественного роста, логистического, колебаний, взаимодействия конкурирующих видов, взрывного развития), и показана его роль в формировании целостной картины мира старшеклассника.

3. Методологической основой формирования ЦКМ при изучении ДУ является практико-ориентированный подход, который отражает дуальность процесса обучения и позволяет, с одной стороны, описывать и изучать реальные объекты с точки зрения ДУ, а с другой - развивает математические умения старшеклассников через исследование объектов реальной действительности при решении практико-ориентированных задач.

4. Обоснована целесообразность разработки курса ДУ в системе ДО с целью формирования ЦКМ старшеклассников. Осуществлён целенаправленный отбор математического содержания и средств изучения этого курса, в основу которого положена идея системного изоморфизма, когда одним и тем же ДУ описывается целый кластер разнообразных процессов или явлений окружающего мира.

5. Для реализации практико-ориентированного подхода построена модель изучения старшеклассниками курса ДУ с целью формирования ЦКМ, которая представлена целевым, методологическим, содержательно-организационным и диагностическим блоками. Особенности её функционирования являются специфическая содержательная направленность (ДУ), существенное привлечение ИТ-средств, изначально предусматриваемый активный и интерактивный характер организации учебного процесса, а также обеспечение преемственности задействованного содержания с более высокими уровнями математического образования.

6. Разработана методика изучения старшеклассниками ДУ с целью формирования ЦКМ, в которой основными средствами обучения выступают систематизированный набор понятийных карт, практико-ориентированные задачи, система компьютерной алгебры MathCad, реализуемые преимущественно в форматах лабораторно-практических работ и исследовательских проектов. Диагностику эффективности формирования ЦКМ в рамках методики целесообразно осуществлять в соответствии со знаниевым, операционно-деятельностным и ценностно-смысловым критериями.

7. Экспериментально подтверждено, что разработанная методика обеспечивает достаточно устойчивые позитивные результаты в плане формирования ЦКМ старшеклассника на основе изучения ДУ в рамках ДО.

Таким образом, все задачи исследования решены и его цель достигнута, гипотеза исследования экспериментально подтверждена. Проведённое исследование показывает значимость внедрения его результатов в процесс обучения в системе ДО.



В качестве перспектив дальнейших исследований в данном направлении мы видим поиск и реализацию возможностей межпредметной интеграции как основы формирования ЦКМ в рамках общего образования, а также изучения ДУ с привлечением эмпирического метода познания.

**Основное содержание и результаты исследования изложены в 55 публикациях. Наиболее значимые из них:**

*статьи в изданиях, включенных в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России*

1. Лобанова Н.И. Элементы теории дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования // Интернет-журнал «Мир науки» (серия Педагогика и психология). – 2016. – №6. Том 4. – С. 1–9.

2. Лобанова Н.И. Применение рабочих тетрадей при оценивании качества знаний обучающихся по дифференциальным уравнениям в рамках системы дополнительного образования // Интернет-журнал «Мир науки» 2017, Том 5, номер 4 <http://mir-nauki.com/PDF/46PDMN417.pdf> (доступ свободный). Загл. С экрана. Яз. Рус., англ. С.1–8.

3. Лобанова Н.И., Аммосова Н.В. Обучение методу моделирования средствами дифференциальных уравнений при решении геометрических задач в системе дополнительного образования школьников // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – №5. – С. 1-12. (авторский вклад 50%)

4. Лобанова Н.И. Использование понятийных карт при изучении элементов теории дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования // Вестник КГУ Серия Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2018. – №1. – С. 123–129.

5. Лобанова Н.И., Аммосова Н.В. Лабораторно-практические работы и экскурсии для старшеклассников в системе дополнительного математического образования // Современные наукоёмкие технологии. 2020. №11-1. С. 152-160. (авторский вклад 50%)

6. Лобанова Н.И., Пучков Н.П. Цифровизация математического образования: преподавание курса «Дифференциальные уравнения» // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. №2(80). 2021. С. 138-158. DOI: 10.17277/voprosy.2021.02.pp.138-158. (авторский вклад 50%)

7. Лобанова Н.И. Методическая система обучения дифференциальным уравнениям в рамках дополнительного образования / Н.И. Лобанова // Мир науки. Педагогика и психология. – 2023. – Т. 11. – №2. – URL: <https://mir-nauki.com/PDF/56PDMN223.pdf>

8. Лобанова Н.И., Яремко Н.Н. Методические особенности построения курса дифференциальных уравнений с целью формирования целостной картины мира школьника // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2023. №2 (99). – С. 250-255.

9. Лобанова Н.И. Логистический закон как основа математического моделирования при формировании целостной картины мира школьника // Образование и общество. 2023 №3(140). С. 28-34. (авторский вклад 50%)

*В зарубежных изданиях*

10. Lobanova N.I., Ammosova N.V., Rodionov M.A., Akimova I.V. Practice-oriented approach to the study of differential equations in high school // SCTMG 2020 International Scientific Conference «Social and Cultural Transformations in the Context of Modern Globalism» (february 28-29, 2020 Grozny) / «European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS» (Великобритания). Web of Science Core Collection. Том 92 - SCTMG 2020 С. 3082-3099 Doi: 10.15405 / epsbs.2020.10.05.410 (авторский вклад 25%)

11. Lobanova N.I., Ammosova N.V., Rodionov M.A., Akimova I.V., Puchcov N.P. Elements of the theory of differential equations as a means of forming ideas about a holistic picture of the world among senior students // International Congress on Academic Research in

Society, Technology and Culture (october 24-25, 2020 Grozny) / «European Proceedings of Social and Behavioural Sciences» (Великобритания). Web of Science Core Collection. Том 107 - ISCKMC 2020. pp. 981-989 Doi : 10.15405 / epsbs.2021.05.131(авторский вклад 20%)

*Основные научные статьи и тезисы докладов.*

12. Лобанова Н.И. Обучение решению прикладных задач посредством дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования // Сборник статей X Международной научно-практической конференции «Психология и педагогика XXI века. Современные проблемы и перспективы», г. Волгоград, 2017. С. 114-117.

13. Лобанова Н.И. Формирование у старших школьников целостной картины мира в процессе изучения элементов теории дифференциальных уравнений // Материалы Международной конференции : Воронежская зимняя математическая школа (28 января – 2 февраля 2021 г.) / Воронежский государственный университет : Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова : Математический институт им. В.А. Стеклова РАН. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. С. 191-192. ISBN 978-5-9273-3153-6

14. Lobanova N.I. Yaremko N.N., Rodionov M.A., Akimova I.V. Formation of a holistic picture of the world by means of mathematical content in the system of additional/ Современные методы теории функций и смежные проблемы : материалы Международной конференции : Воронежская зимняя математическая школа (27 января – 1 февраля 2023 г.) / Воронежский государственный университет ; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова : Математический институт им. В. А. Стеклова РАН. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2023. – 401 с. ISBN 975-9-9273-36922-0 С. 387-388. (авторский вклад 25%)

15. Лобанова Н.И., Яремко Н.Н. Математическое моделирование как необходимый компонент формирования целостной картины мира старшеклассника //Математическое образование в школе и вузе: опыт, проблемы, перспективы (MATHEDU'2023): материалы XII Международной научно-практической конференции в рамках IV Международного форума по математическому образованию (27 марта – 1 апреля 2023 г.). – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2023 – 451 с. ISBN 978-5-9690-1128-1 С.234-252. (авторский вклад 50%).

16. Лобанова Н.И., Яремко Н.Н. Естественно-научные законы как основа математического моделирования при формировании целостной картины мира школьника в системе доп.образования // Актуальные проблемы обучения математике, информатике и информатизации образования : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения А.Н. Колмогорова (25–27 мая 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тихоокеанский государственный университет – Хабаровск : ОЭПИ РИОЦ ТОГУ, 2023. – Текст : электронный. (авторский вклад 50%).URL: <https://pnu.edu.ru/ru/library/elektronnye-izdaniya/collections/#digest>. – Дата публикации: 10.07.2023. – ISBN 978-5-7389-3758-3. С. 214-224 (авторский вклад 50%)

17. Лобанова Н.И., Яремко Н.Н. Роль математического аппарата в формировании целостной научной картины мира //Математика и ее приложение в науке и образовании: материалы Межвузовского научного семинара. Санкт-Петербург, 26 мая 2023 года СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», 2023. – С. 211-217. (авторский вклад 50%)

---

Лобанова Н.И.

Изучение старшеклассниками дифференциальных уравнений в системе дополнительного образования как средство формирования целостной картины мира автореф. дис.... канд. пед. наук. – Орёл, 2024. – 24 с.

Подписано в печать 24.04.2024 г. Формат 60x80 1/16 Печать оперативная. Бумага офисная.

Гарнитура Times. Объем 1,5 усл. п.л. Тираж 100 экз. Заказ №65

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе редакционно-издательского отдела ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»