

# КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

## COMPREHENSIVE RESEARCH OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROBLEMS USING MODERN TECHNOLOGY OF MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTATIONAL EXPERIMENT

*S. Kovalev*

*Summary.* The article considers the historical basis for creating models and conducting computational experiments. There is a significant advantage of the models through the verification of the proposed hypothesis, the allocation of small (large) parameters, evaluation of significant characteristics of objects, phenomena or processes, performing the responsible task of meaningful conclusions from the results. Comprehensive research of scientific and technical problems is currently carried out through the use of modern technologies of mathematical modeling and the use of computer technology and computer programs.

*Keywords:* research component, mathematical modeling, computational experiment, mathematical modeling technologies, computer programs, educational technologies, monitoring.

**Ковалев Сергей Викторович**

Преподаватель, ФГКОУ ВО Восточно-Сибирский  
институт Министерства внутренних дел  
Российской Федерации  
pantsuit@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается историческая основа создания моделей и проведения вычислительных экспериментов. Определено значимое преимущество моделей через осуществление проверки выдвинутой гипотезы, выделения необходимых параметров исследования, оценки значимых характеристик объектов, явлений или процессов, выполнения ответственной задачи содержательных выводов из полученных результатов. Комплексные исследования научных и технических проблем в настоящее время осуществляются посредством применения современных технологий математического моделирования и использования вычислительной техники и компьютерных программ. Для осуществления мониторинга развития образования на федеральном и региональном уровнях используются технологии математического моделирования.

*Ключевые слова:* исследовательский компонент, математическое моделирование, вычислительный эксперимент, технологии математического моделирования, компьютерные программы, образовательные технологии, мониторинг.

**В** современной действительности в целом ряде областей осуществляемых научных исследований проведение натурного эксперимента не может быть возможным в силу определенных причин и объективной реальности. Осуществление вычислительного эксперимента в данной связи создает условия для исследования строго определенного круга вопросов, посредством накопления получаемых результатов, гибкого применения их в процессе решения задач в различных сферах жизнедеятельности современного общества.

Модели представляют собой значимый инструмент для познания человеком окружающей действительности. Под математическими моделями принято понимать значимые закономерности и связи, которые являются важными для исследуемого явления. К ним возможно отнести уравнения, формулы, наборы определенных соглашений или правил, которые выражаются в математической форме.

Исторически сложилось, что в точных науках в процессе описания исследуемых явлений необходимо использовать различные математические модели. Учитывая то, что на поведенческие характеристики объекта достаточное воздействие оказывают различные факторы, важно отметить, что чем более сложной является модель, тем работа с ней становится труднее.

Наличие абсолютной точности в проводимых исследованиях поведения объектов продолжает оставаться недостижимой. На помощь пришли инновации в использовании возможностей цифровизации через применение компьютерной техники. Ранее же исследователю приходилось только ориентироваться непосредственно на написание самой математической модели.

В ситуации, когда он мог доказать, что алгоритм решения существует в действительности, он указывал на то, что модель в состоянии адекватно описать изучаемое явление. Учитывая то, что простые формулы, кото-

рые описывают поведение какой — либо модели, достаточно часто отсутствуют, единственным путем является обращение внимания на непосредственные вычисления и применение численных методов при решении задач.

Модель представляет собой упрощенное представление о наличии реального объекта, а также представление о явлении или процессе, представляя новый, более упрощенный объект. Он способен к отражению особенностей явления, процесса или реального объекта (целостные характеристики).

Целая плеяда ученых рассматривает в своих работах теорию и практику понимания того, что моделирование представляет собой комплексное исследование каких — либо значимых объектов познания на конкретных моделях, при этом необходимо построение моделей предметов, явлений или процессов, которые существуют в реальности. Первое упоминание о моделировании как форме научного познания относится ко второй половине XIX века. Большую значимость имеют представления Эпикура и Демокрита об атомах, о форме атомов и применении различных форм для их соединений, о наличии атомных вихрей и ливней, а также систематизация восприятия и практики применения различных физических свойств веществ посредством представлений о частицах, которые скреплены между собой. Такие частицы часто бывают крючковатыми или гладкими.

Указанные представления являются прообразами создания современных моделей, в которых нашли свое отражение электронное и ядерное строение атома вещества.

Необходимо отметить, что моделирование имеет определенные цели и выполняется для их реализации. К целям процесса моделирования необходимо отнести: желание большего и расширенного познания окружающего мира; стремление к созданию объекта, который должен иметь заданные свойства; необходимость в определении возможных последствий осуществляемого взаимодействия на конкретный объект и принятия верного управленческого решения относительно осуществляемого взаимодействия; возможности максимально эффективного управления конкретно взятым объектом.

Моделированию подвергаются различные процессы, явления и объекты, в том числе инженерные и строительные конструкции, экономические процессы, иные виды. В том числе, большое внимание в настоящее время уделяется процессам осуществления компьютерного моделирования. Данный вид введен для отражения использования указанной технологии в целях обработки необходимой и достаточной для исследования инфор-

мации при помощи цифровых технологий и компьютерной техники.

Методология математического моделирования сформулирована академиком А.А. Самарским и выглядит следующим образом: «модель — алгоритм — программа». Данная методология достаточно активно применяется при осуществлении комплексных исследований научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительной техники. Она технологична. Школой А.А. Самарского была разработана технология осуществления «вычислительного эксперимента» с целью использования современных подходов при анализе и изучении явлений, событий, действий, предметов.

Достаточно часто для комплексных исследований научных и технических проблем применяются методы информационного моделирования. При этом под информационной моделью необходимо понимать совокупность предоставленной, полученной и проанализированной информации, которая во всей полноте и системности характеризует значимые для исследования состояния и свойства определенного процесса, явления или объекта, отражая при этом совокупность имеющихся знаний у ученого о моделируемом им объекте.

Необходимо обратить внимание на то, что информационные модели представлены несколькими видами:

- ◆ геометрические модели — к ним можно отнести объемные конструкции и графические формы;
- ◆ словесные модели — к ним относятся различные описания явлений, предметов или процессов, имеющих письменные и устные описания;
- ◆ математические модели — к ним возможно отнести математические формулы, которые способны отображать связь имеющихся параметром процесса или объекта;
- ◆ структурные модели представляют собой таблицы, графики, диаграммы, схемы;
- ◆ логические модели — это модели, которые дают различные варианты для выбора каких — либо действий на основе анализа каких — либо условий и использования умозаключений;
- ◆ компьютерные модели — это конкретно взятая компьютерная программа, процесс и результат ее выполнения, на практической реализации, которой основана возможность для изменения параметров для моделируемого объекта.

Важно отметить, что модели могут взаимодействовать между собой. При этом математическая модель представляет собой формальное описание конкретной задачи при помощи использования средств математики. Данная модель создает условия для получения решения

исходной задачи при помощи заданной степени точности. Достаточно часто используемые математические модели имеют широкое применение. Примером может служить создание математической модели для осуществления гармонических колебаний. Данная модель может быть применимой для описания движения маятника, а также посредством изменения напряжения или тока в электрическом контуре. На определенном этапе своей реализации модель должна быть преобразована в компьютерную форму. При этом тип реализуемой компьютерной модели, который используется для осуществления вычислительного эксперимента, имеет прямую зависимость от решаемой задачи. В данном случае модель может и должна быть представлена для обработки компьютерной программой.

Иным вариантом создания компьютерной модели является проектирование, организация, апробирование и практическая реализация программы для осуществления расчетов.

Необходимо обратить внимание на то, что осуществление масштабных компьютерных проектов, к которым относятся генетические, экономические, климатические и демографические, могут потребовать значительных усилий, направленных на унификацию, идентификацию, проверку и перепроверку массы исходных параметров.

При этом значительную опасность имеет иллюзия, связанная с повышением точности осуществляемых исследований при учете различных параметров, которые не могут быть подвергнуты точному определению. В реальной действительности, наличие точности проводимых исследований при использовании моделирования может быть недостижимой в полном восприятии заданного объекта.

Посредством проведения исследования модели необходимо сделать вывод о том, имеется или не имеется возможность применения модели для решения конкретных практических задач. Также может быть принято управленческое решение относительно осуществления дополнительных экспериментов и последующей корректировки модели, в связи, с чем осуществляемый цикл проводимых исследований потребует повторения и закрепления результатов.

Крупный программный комплекс может быть создан посредством осуществления разработки программного обеспечения для вычислительного эксперимента в конкретной области деятельности.

Она должна быть основана на практике использования прикладных программ, которые имеют непосредственную связь между собой, а также системных

средств, которые включают в себя средства, представленные потенциальному пользователю при осуществлении управления экспериментами, а также в результате осуществления процесса обработки получаемой информации с последующим предоставлением полученных результатов.

Данный комплекс компьютерных программ называется проблемно — ориентированным. В настоящее время при осуществлении комплексных исследований научных и технических проблем подобный комплекс применяется достаточно активно и продуктивно.

В первой половине XXI века технология математического моделирования и использования вычислительного эксперимента находит свое применение в различных сферах жизнедеятельности. К ним возможно отнести научные исследования в области биологии, биоинформатики, генетики, медицины, образовательных технологий, экономики, принятия управленческих решений, для нужд развития техники, технологии и промышленности, при осуществлении различных естественнонаучных исследований.

Современные тенденции в развитии метода математического моделирования активно развиваются в социологии, экономике, истории, в различных направлениях внутренней и внешней политики, экологии, образования и иных областях жизнедеятельности человека.

Рассмотрим пример применения современной технологии математического моделирования для нужд развития современного образования. Оценка качества развития образования в рамках реализации инновационного подхода продолжает оставаться ключевым элементом системы образования Российской Федерации. Получение и анализ необходимой и достаточной для принятия управленческих решений информации предполагает реализацию на практике возможности для упорядочения использования различных информационных потоков в системе образования, а также сбор, обработку необходимой информации, преобразование исследуемых показателей в вид, который адаптирован для организации образовательного пространства.

При помощи использования технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента осуществляется системный электронный мониторинг при помощи базовой платформы kpmo.ru. За последние 3 года количество мониторинговых программных инструментов значительно увеличилось. При этом появились комплексные проекты модернизации образования в Российской Федерации, мониторинг психолога — педагогических кадров образовательных учреждений, мониторинг учебников и учебных пособий, мониторинг

развития общеучебных компетенций учащихся в рамках реализации ФГОС нового поколения.

Значительное увеличение количества осуществляемых мониторингов не может носить случайный характер. Их планирование и организация продиктованы производственной необходимостью, которые направлены на осуществление модернизации основных процессов управления развитием образования на федеральном и региональном уровнях.

Посредством применения современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента была разработана программа АИС Мониторинг образования РФ. При комплексной разработке программного обеспечения было обеспечено решение следующих задач:

- ◆ спланировать, обосновать, апробировать и внедрить технологию с применением математического моделирования; инструментария, который является необходимым для сбора информации в виде единых шаблонов и форм посредством использования цифровых носителей;
- ◆ разработать и внедрить при помощи использования технологии математического моделирования программную среду предоставления продуктов РСОКО для нужд потенциальных потребителей;
- ◆ осуществить разработку и внедрение математического аппарата, необходимого для оценки качества деятельности образования на территории регионов Российской Федерации;
- ◆ на основе использования математической модели разработать программное обеспечение, которое позволит собрать необходимую информацию, провести анализ с последующими выводами о приведении квалификации управленческого персонала образовательных организаций в соответствие с профессиональным стандартом, ФГОС, нормативно — правовой базой в области образования.

Осуществление АИС мониторинга создает условия для обеспечения работы пользователей на открытом и закрытом уровнях. Открытый уровень по базе анализируемых данных позволяет увидеть основную информацию о результативности функционирования и развития системы образования конкретно взятого региона. Закрытая часть обеспечивает сбор, обработку и последующий анализ базовых индикаторов и значимых показателей, необходимых по цели осуществления мониторинга системы образования по заданным электронным формам.

Процесс обработки и анализа исходной информации должен быть осуществлен при помощи использования

интегрированного программного модуля для осуществления оценки качества, в котором осуществляется реализация разработанного в связи с осуществлением мониторинговых процедур математического аппарата.

Задача применения технологии математического моделирования при осуществлении комплекса мониторинговых процедур заключается в необходимости приведения представленной информации в определенный порядок, ее последующей систематизации. При этом появляется необходимость в предоставлении сводной характеристики совокупности представленных факторов при помощи анализа обобщающих показателей статистики.

Это может быть достигнуто в результате осуществления комплекса процедур по разработке математических моделей и методов, которые включают в себя группировку данных, их систематизацию, осуществление подсчета общих и групповых итогов, а также расчета необходимых комплексных показателей.

Используемая математическая модель способствует переходу к значимым для осуществляемого мониторинга обобщающим показателям совокупности в целом и по отдельным базовым характеристикам, через осуществление анализа и прогнозирования целого ряда исследуемых процессов. При этом процедура оценки качества деятельности образовательных организаций в отдельно взятых регионах и на территории Российской Федерации в целом должна быть осуществлена на основе практики реализации предложенной математической модели и вычислительных методов.

В ситуации, когда необходимо определение оценки качества осуществляемой деятельности образовательной организации посредством использования математического моделирования, необходимо использовать следующие ключевые понятия: алгоритмы для оценки, модель комплексной оценки качества образования (математическая модель). Используемые в практике алгоритмы для осуществления оценки представляют собой совокупность действий и шагов, которые необходимо выполнить с целью получения действующей математической модели при организации процесса комплексной автоматизации для осуществления оценки качества деятельности конкретных образовательных объектов.

При этом модель оценки качества осуществляемой деятельности образовательных организаций представляет собой функциональное представление, которое описывает процесс оценки качества, являясь при этом основой для получения комплексного коэффициента качества.

Таким образом, применение современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента позволяет расширить возможности осуществления научных исследований при анализе имеющихся проблем развития современного общества. Всемирная цифровизация позволяет применять математические модели в различных областях жизнедеятельности в условиях глобализации основных процессов.

В том числе данные технологии уместны для применения и в области развития современного образования, управленческого контроля за его реализацией в рамках действующего законодательства Российской Федерации. В настоящее время на территории субъек-

тов РФ определены необходимые организационные условия для осуществления максимально эффективного взаимодействия организационно — контролирующих и содержательных механизмов управления качеством образования. При этом комплексные исследования применения современных технологий математического моделирования носят прикладной характер.

Предлагаются к использованию многофакторные статистические показатели, различные типы и виды ОО, структурированные индикаторы и показатели, которые могут осуществлять обеспечение качественной оценки принятия управленческих решений по развитию системы образования на региональном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вержанский А.П., Радкевич Я. М. Методический подход к оценке качества. М.: Наука, 2016. — 87 с.
2. Павловский Ю. Н. Имитационные модели и системы. — М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2011—224 с.
3. Петров А. А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. — М.: Наука, 2010—288 с.
4. Плохотников К. Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. — М.: Едиториал УРСС, 2013—312 с.
5. Попов Ю.П., Самарский А. А. Вычислительный эксперимент. — М.: Знание, 1983—64 с.
6. Самарский А.А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017—416 с.
7. Фатхуллин Р. Р. Методы стохастической оптимизации при оценке качества деятельности образовательных организаций // Вестник Чувашского университета. — Чувашский государственный университет им. Ию Н. Ульянова. — Чебоксары, 2015. — Вып. 1. — С. 213—221.

© Ковалев Сергей Викторович ( pantsuit@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел