

чение : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / редкол. С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 65–70.

4 **Зиневич, С. И.** Использование цементогранулята в дорожном строительстве / С. И. Зиневич, А. К. Каюмов, Д. М. Ковалев // Наука и техника. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 134–141.

5 **Борукаев, С. Б.** Применение вторичных материалов в ходе дорожных работ / С. Б. Борукаев // Молодой ученый. – 2019. – № 28. – С. 20–22.

Получено 12.05.2023

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 28. Гомель, 2023

---

УДК 330.43

*Ю. С. БЕЛОУСОВА, А. В. ГОЛУБЦОВА (ГБ-21)*

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. А. ХОДОСКИНА*

## **МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ: ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

Представлено множество методов моделирования, среди которых рассматриваются такие методы, как метод сценариев, графический метод, метод «дерева целей», морфологический метод, деловые игры, а также методы мозгового штурма, синектики, метод «Делфи», или метод «дельфийского оракула», метод решающих матриц, методы комиссий и суда. Также были отмечены отличительные особенности данных методов, их преимущества и недостатки.

На сегодняшний день моделирование помогает изучить объект исследования на основе построения модели объекта в целях изучения его с разных сторон, выявления положительных и отрицательных сторон, а также изучения специфики объекта, установления прогноза на будущий период и принятия оптимальных решений, что делает выбранную тему особенно актуальной.

Основными из методов моделирования, используемыми на практике с наибольшим успехом, являются метод сценариев, графический метод, метод «дерева целей», морфологический метод и др. Их изучению посвящены труды таких авторов, как Звонарев С. В. («Основы математического моделирования»), Ибрагимов, И. М. («Основы компьютерного моделирования наносистем»), Губарь, Ю. В. («Введение в математическое программирование»), К. С. Гришаков («Моделирование сверхпроводников на основе временных уравнений Гинзбурга – Ландау»).

Модель представляет собой физический или изображаемый объект, который используется как оригинал, причем каждый объект обязательно имеет множество различных свойств. Кроме того, в ходе разработки модели большое внимание уделяют фундаментальным атрибутам. Так, например, если речь идет о модели вертолета, то такая модель должна геометрически соответствовать оригиналу, а если рассматривать архитектурный макет города, то он должен верно отражать ландшафт. Параметром модели называется величина, которая отображает некое качество объекта и в состоянии принимать всевозможные значения. Оригиналом является исследуемое явление, для которого создается модель [2, с. 9].

Акцентируя внимание на методе моделирования, можно подчеркнуть, что этот метод является методом исследования свойств определенного объекта или явления путем изучения свойств иного объекта или модели, более подходящего для решения задач исследования и преобладающем в определенном соответствии с первым объектом.

В настоящее время существуют различные методы моделирования, некоторыми из них являются качественные методы и методы структуризации. Самым распространенным из «качественных» методов моделирования, применяемым в рамках комплексного прогнозирования, является метод сценариев. Этот метод получил свое название в связи с тем, что является методом подготовки и согласования представлений о проектируемой системе, изложенных в письменном виде [5].

Изначально данный метод подразумевал разработку текста, в котором содержится логическая последовательность событий или же возможные способы решения проблемы. Но позднее обязательное требование временных координат убрали, и сценарием начали называть абсолютно любой документ, который содержал бы анализ определенной проблемы и предложения по ее решению, по совершенствованию системы, вне зависимости от формы, в которой он представлен.

В большинстве случаев на практике предложения для подготовки схожих документов пишутся экспертами предварительно индивидуально, а впоследствии создается согласованный текст. Сценарий требует содержательных рассуждений, помогающих не упустить детали, а также он включает, в большинстве своем, итоги количественного технико-экономического и(или) статистического анализа с предварительными заключениями. Команда экспертов, создающая сценарий, использует, как правило, право получения необходимой информации и необходимых консультаций от различных организаций [8].

Задача специалистов при подготовке сценария – обнаружить общие закономерности развития системы, проанализировать внешние и внутренние факторы, воздействующие на ее развитие и построение целей, осуществить анализ высказываний ведущих специалистов в научных публикациях, орга-

низовать дополнительные информационные фонды, которые помогут решению определенной проблемы.

Рекомендуется проектировать «верхний» и «нижний» сценарии – самые крайние случаи, между которыми может находиться вероятное будущее. Этот прием может компенсировать или явно выразить неопределенности, связанные с возможным будущим. Временами бывает полезно включать в сценарий воображаемый активно противодействующий элемент, имитируя тем самым «наихудший случай».

Также есть рекомендации не разрабатывать детально сценарии, чрезвычайно «чувствительные» к незначительным отклонениям на ранних стадиях. Важным этапом разработки сценариев является составление перечня факторов, воздействующих на ход событий, с выделением лиц, которые регулируют эти факторы прямо или косвенно.

В наше время определение «сценарий» стало шире. Это видно в направлении областей применения, а также форм представления и методов их разработки. Можно сказать, что в сценарий включаются количественные параметры и устанавливаются их взаимозависимости, предлагаются методики целевого управления разработкой сценария.

Сценарий способствует организации заблаговременного понятия о системе. Впрочем, сценарий – это все-таки текст со всеми вытекающими последствиями, обуславливающими вероятность неоднозначного его объяснения. В связи с этим его следует рассматривать как основу для дальнейшей разработки модели.

Кроме метода сценариев существует также графический метод. Графические изображения позволяют наглядно проработать структуру моделируемых систем и процессов, которые происходят в них. Для этого используются графики, схемы, диаграммы, гистограммы, древовидные структуры и т. д. Последующей разработкой графических методов было применение теории графов и возникших на базе ее методов календарно-сетевое планирования и управления [4].

Вторым важным методом в моделировании является метод структуризации. Этот метод позволяет расчленив сложную проблему с большой неопределенностью на более мелкие проблемы, которые лучше поддаются анализу. Особым методом структуризации является метод «дерева целей».

Концепция этого метода была представлена У. Черчменом в связи с проблемами принятия решений в промышленности. Понятие «дерево» обозначает применение иерархической структуры, выявленной путем разделения общей цели на подцели, а их – на более детальные составляющие, которые в определенных приложениях называют подцелями нижележащих уровней, направлениями, задачами проблемами, а начиная с некоторого уровня – функциями.

Как правило, понятие «дерево целей» применяется для иерархических структур, которые имеют отношения строгого или древовидного порядка,

однако изредка используется и в случае «слабых» иерархий, из-за чего наиболее верным является термин В. М. Глушкова «прогнозный граф», но более известен термин «дерево целей».

Также используется морфологический метод, который подразумевает собой учение о внутренней структуре исследуемых систем или же саму внутреннюю структуру этих систем. Принцип морфологического способа мышления восходит к Аристотелю и Платону. Однако в систематизированном виде методы морфологического анализа сложных систем были разработаны швейцарским астрономом (венгром по происхождению) Ф. Цвикки, и продолжительное время морфологический подход к изучению и разработке сложных систем был известен как метод Цвикки.

Главная концепция данного подхода складывается в регулярном пребывании максимального числа, а в пределе все без исключения вероятные виды реализации системы при помощи комбинирования главных назначенных компонентов либо их качеств. Притом данная система способна распасться в составляющей различными методами и рассматриваться с разных сторон.

Помимо этого, одним из способов структуризации считаются деловые игры, под которыми подразумевается моделирующее прогнозирование настоящих событий, в процессе которого участники игры ведут себя таким образом, что они в действительности выполняют выделенную им роль, кроме того сама реальность заменяется некоторой моделью. Примерами являются работа на тренажерах различных операторов промышленных систем (пилотов, диспетчеров электростанций), административные игры и т. д.

Несмотря на то, что чаще всего игры используются для обучения, их можно применять и для экспериментального генерирования альтернатив создаваемых моделей. Важную роль в деловых играх кроме участников играют группы, управляющие созданием моделей, регистрирующие ход игры и обобщающие ее результаты.

Метод мозгового штурма спроектирован с целью извлечения максимально возможного числа предложений при создании моделей. Техника мозгового штурма состоит в следующем: собирается группа лиц, выбранных с целью генерации альтернатив: основное правило отбора – многообразие специальностей, квалификаций, навыка – такого рода правило сможет помочь увеличить фонд априорных данных, которыми обладает группа. Рассказывается, что приветствуются всевозможные мысли, идеи, образовавшиеся как индивидуально, так и согласно ассоциации, при выслушивании предложений иных участников, в том числе и только частично доводящие до совершенства идеи других людей [4].

Категорично запрещается любая оценка – данное положение является одним из основных положений мозгового штурма: сама вероятность оценки приостанавливает воображение. Каждый человек, согласно очередности, зачитывает свое решение, другие прослушивают и вносят в карточки но-

вейшие идеи, образовавшиеся под влиянием услышанного. Далее все без исключения карточки собираются, сортируются и разбираются, как правило, иной категорией специалистов.

Общий «выход» такой группы, где идея одного может привести другого к чему-то еще, часто оказывается больше, чем общее число идей, выдвинутых тем же количеством людей, но работающих в одиночку. Число альтернатив затем можно увеличить, комбинируя идеи. Среди полученных в результате мозгового штурма идей может оказаться много неосуществимых, но эти идеи могут исключаться последующей критикой.

Метод мозгового штурма известен также под названием «мозговой атаки», коллективной генерации идей, метода обмена мнениями. С учетом принятых правил и их выполнения различают прямую мозговую атаку, метод обмена мнениями, метод типа комиссий, судов. Мозговую атаку можно проводить в форме деловой игры, с применением тренировочной методики «стимулирования наблюдения», в соответствии с которой группа создает представление о проблемной ситуации, а эксперту предлагается найти наиболее актуальные способы решения проблемы. На практике подобием мозгового штурма могут явиться заседания совещательных органов разного рода – директораты, заседания ученых и научных советов, педагогические советы, специально создаваемые комиссии и т. д.

Если говорить о методе синектики, то можно отметить, что такой метод предназначен для генерирования альтернатив путем ассоциативного мышления, поиска аналогий поставленной задаче. В противоположность мозговому штурму в этом случае целью является не количество альтернатив, а генерирование небольшого числа альтернатив, решающих данную проблему. Эффективность синектики была представлена при решении многих проблем, к примеру говоря, «разработать усовершенствованный нож для открывания консервных банок», «создать более прочную крышу» и т. д. Известен случай синектического решения более общей проблемы экономического плана: «разработать новый вид продукции с годовым потенциалом продаж 300 млн долларов». Известны попытки применения синектики при решении социальных проблем, таких как «распределить государственные средства в области градостроительства». Суть метода синектики заключается в том, что формируется группа из 5–7 человек, отобранных по признакам гибкости мышления, практического опыта, психологической совместимости, общительности. Группа ведет систематическое обсуждение любых аналогий с подлежащей решению проблемой, которые возникают в ходе бесед.

Успеху работы синектических групп способствует соблюдение следующих определенных правил: не разрешается обсуждать достоинства и недостатки членов группы, каждый имеет право закончить работу без каких-либо объяснений при малейших признаках утомления, роль ведущего периодически переходит к разным членам группы и т. д.

Кроме того, одним из известных методов является метод «Делфи», или метод «дельфийского оракула». Этот метод является итеративной (повторяющейся) процедурой при проведении мозговой атаки, благодаря которой происходит снижение влияния психологических факторов и повышение объективности результатов. Основными способами повышения объективности результатов при применении метода «Делфи» являются использование обратной связи, ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура опроса и учет этих результатов при оценке значимости мнений экспертов [4].

В конкретных методах, объединенных вместе с процедурой «Делфи», данная концепция используется в различной степени. Так, в простом варианте организуется очередность итеративных циклов мозговой атаки. В наиболее сложном виде разрабатывается программа поочередных процедур анкетирования, исключая контакты среди специалистов, однако учитывающих знакомство их вместе с суждениями друг друга между турами. В заключительный период процедура «Делфи» в той или иной форме, как правило, сопутствует иным методам прогнозирования концепций – методу «дерева целей», морфологическому и т. д.

Вместе с тем существует метод решающих матриц, предложенный в 1966 г. Г. С. Поспеловым, – один из первых методов, применяемых при организации и проведении сложных экспертиз. Для решения проблемы рекомендуется отобрать основные направления исследований и указать их относительные веса. Относительные веса должны быть пронормированы. В методе решающих матриц эксперт должен указать относительный вклад каждой альтернативы более высокого уровня, предшествующего уровню данной альтернативы.

Метод комиссий состоит в открытой дискуссии по обсуждаемой проблеме для выработки единого мнения экспертов. Коллективное мнение определяется в результате открытого или закрытого голосования. В некоторых случаях к голосованию не прибегают, выявляя результирующее мнение в процессе дискуссии.

Преимущества метода комиссий: вероятен рост информированности специалистов, так как при обсуждении специалисты приводят объяснения оценок, и возможна противоположная взаимосвязь – под воздействием приобретенных данных специалист способен поменять точку зрения, которая была у него изначально.

Недостаток метода комиссий – отсутствие анонимности. Это может приводить к присоединению мнения эксперта к мнению более компетентных и влиятельных экспертов и при наличии противоположной собственной точки зрения. Обсуждение вопроса зачастую сводится к полемике наиболее авторитетных экспертов.

Рассматривая метод суда, необходимо упомянуть, что в этом методе используются аналогии с судебным процессом. Часть экспертов объявляется

сторонниками рассматриваемой инициативы и выступает в качестве защиты, приводя аргументы в пользу рассматриваемой инициативы и выступает в качестве защиты, приводя доводы в пользу защиты этой инициативы. Часть экспертов объявляется ее противниками и пытается обнаружить отрицательные стороны, и еще одна часть экспертов управляет ходом экспертизы и выносит заключительное решение. В процессе экспертизы по методу суда функции экспертов могут меняться. Метод суда обладает теми же преимуществами и недостатками, что и метод комиссий.

Таким образом, подводя итоги, можно отметить, что экономическое моделирование является весьма важной составляющей многих процессов научной области, позволяющей прогнозировать, анализировать и оказывать значительное влияние на те или иные процессы или явления, связанные с ходом движения. Методы моделирования помогают снизить затраты, исследовать механизм явлений, обеспечить безопасность исследований.

Преимущества моделирования состоят в следующем: моделирование позволяет получить описание моделируемого объекта, улучшающее его понимание и представляющее такую организацию информации, которая обеспечивает наиболее простое получение необходимой информации. С помощью модели можно соответствующим образом поставить экспериментальные исследования, причем обнаруживается положительная обратная связь между моделью и экспериментом, так как дополнительные эксперименты, ставшие необходимыми вследствие более четкого понимания сущности явления, приводят к уточнению модели, углублению знаний об этом явлении, к постановке новых экспериментов [10].

Недостатки метода: необходимость применения аналогичных контрольно-измерительных приборов на модели и объекте, сложность построения физической модели, представляющей собой значительно уменьшенную копию объекта, трудность достоверной экстраполяции результатов на другие масштабы из-за полного отсутствия надежных критериев достоверности масштабного перехода.

Таким образом, подводя итоги, следует отметить, что физическое моделирование часто служит единственным средством исследования химико-технологических процессов. При этом оно во многих случаях предшествует математическому моделированию, являясь источником экспериментальных данных для построения и проверки математических моделей. Все методы по-своему уникальны и имеют характерные черты, благодаря чему появляется широкий спектр их применения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Губарь, Ю. В. Введение в математическое программирование / Ю. В. Губарь. – М. : Интернет-университет информационных технологий, 2007. – 199 с.
- 2 Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учеб. пособие / С. В. Звонарев. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.

3 **Ибрагимов, И. М.** Основы компьютерного моделирования наносистем : учеб. пособие / И. М. Ибрагимов, А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров. – СПб. : Лань, 2010. – 384 с.

4 Методы моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studfile.net/>. – Дата доступа : 23.05.2023.

5 Моделирование как метод познания. Классификация и формы представления моделей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docviewer.yandex.by/>. – Дата доступа : 23.05.2023.

6 Моделирование сверхпроводников на основе временных уравнений Гинзбурга–Ландау / К. С. Гришаков [и др.] // Известия вузов. Физика. – 2009. – Т. 52, № 11. – С. 92–102.

7 **Моисеев, С. Г.** Оптические свойства композитной среды Максвелла – Гарнета с серебряными включениями несферической формы / С. Г. Моисеев // Известия вузов. Физика. – 2009. – Т. 52, № 11. – С. 7–12.

8 Основы математического моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docviewer.yandex.by/>. – Дата доступа : 23.05.2023.

9 Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docviewer.yandex.by/>. – Дата доступа : 23.05.2023.

10 Преимущества моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://studopedia.ru/>. – Дата доступа : 23.05.2023.

Получено 08.06.2023

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 28. Гомель, 2023

---

УДК 623.4.01:358.4

*В. С. БЕЛЯКОВ, А. П. СЕЛЕДЦОВ*

Научный руководитель – преп. *В. В. МАРИНИЧ*

## **ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОИНСКИХ ЧАСТЕЙ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СОЕДИНЕНИЯ РАКЕТАМИ И БОЕПРИПАСАМИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Проведен анализ проблемных вопросов организации обеспечения воинских частей и подразделений соединения ракетами и боеприпасами и возможные пути их решения.

Обеспечение ракетами и боеприпасами осуществляется в целях своевременного и полного удовлетворения потребности в них соединения (воинской части, подразделения) для выполнения задач по огневому поражению противника, постоянного поддержания высокой боевой готовности и боеспособности соединения (воинской части, подразделения) [1].

Организация обеспечения соединения ракетами и боеприпасами включает:

– определение потребности в ракетах и боеприпасах при выполнении поставленных задач;

– определение возможностей по обеспечению ракетами и боеприпасами;