Научная статья
Original article
УДК 69

СУЩНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ

THE ESSENCE OF MATHEMATICAL EXPERIMENT PLANNING IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Смирнова Анастасия Денисовна, студентка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072 Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2), тел.8(918)191-28-87, a.smirnovaanastasia@yandex.ru

Гулякин Дмитрий Владимирович, доктор педагогических наук, доцент, кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (350072 Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2), тел. 89034437268, dvggti@yandex.ru

Smirnova Anastasia Denisovna, student of the Kuban State Technological University (350072 Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar, Moskovskaya str., 2), tel. 8(918)191-28-87, a.smirnovaanastasia@yandex.ru

Gulyakin D. Vladimirovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Architecture of Civil and Industrial Buildings named after A.V. Titov, Kuban State Technological University (350072 Russia, Krasnodar Territory, Krasnodar, Moskovskaya str., 2), tel. 89034437268, dvggti@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена и обоснована сущность метода математического планирования экспериментов, приведены примеры возможного

применения данного метода в строительстве. Приведена разница между экспериментальным и теоретическими подходами к исследованиям, указаны преимущества и недостатки использования математического моделирования. В конце статьи приводятся основные выводы применения математического планирования экспериментов.

Abstract. In this article the essence of the method of mathematical planning of experiments is considered and justified, examples of possible application of this method in construction are given. The difference between experimental and theoretical approaches to research is given, the advantages and disadvantages of using mathematical modeling are indicated. At the end of the article the main conclusions of the application of mathematical planning of experiments are given

Ключевые слова: математическое планирование, строительство, принцип «черного ящика», математическое моделирование, обработка результатов, эксперимент, экспериментальный и теоретический подходы

Key words: mathematical planning, construction, "black box" principle, mathematical modeling, results processing, experiment, experimental and theoretical approaches

Развитие современной науки связано с созданием новых и постоянным совершенствованием существующих научных и технологических процессов. Именно эксперимент является основой их разработки и оптимизации. Повысить эффективность исследований и разработок можно с помощью математических методов планирования экспериментов. Благодаря этому существенно сокращаются сроки обработки данных, принятия решения, снижаются затраты на исследования и повышает качество полученных результатов**.**

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Математическое планирование эксперимента – это постановка опытов по заранее составленной схеме с оптимальными свойствами. Математическое планирование позволяет при минимально возможном количестве опытов решить

задачу построения математической модели в виде уравнения регрессии, связывающего выходные параметры с параметрами [1]. К параметрам входа можно отнести показатели определённого процесса или же свойства материла, а к параметрам выхода – качественные и количественные факторы, которые в дальнейшем можно использовать для анализа модели и оптимизации.

Любой объект можно представить по принципу «черного ящика» [2, с.11] (рис. 1). Суждения о функционировании этой структуры основывается только на внешних воздействиях и ответствующих их реакциях системы, а сама структура скрыта от наблюдателя. Следовательно, одной из основных задач эксперимента является выявление взаимосвязей между входными и выходными параметрами объекта. И в дальнейшем необходимо представить их в количественной форме в виде математической модели. Такая модель является математическим отображением наиболее существенных взаимосвязей между параметрами объекта. Она представляет собой совокупность уравнений, условий и алгоритмических правил. Таким образом, это позволяет получить информацию о процессах, протекающих в объекте. Данная информация может быть использована для управления моделируемым объектом с целью поиска оптимальных условий, а также анализировать и проектировать системы.

Целью планирования эксперимента является нахождение таких условий и правил проведения опытов, при которых удается получить надежную и достоверную информацию об объекте с наименьшей затратой труда, а также представить эту информацию в компактной и удобной форме с количественной оценкой точности.

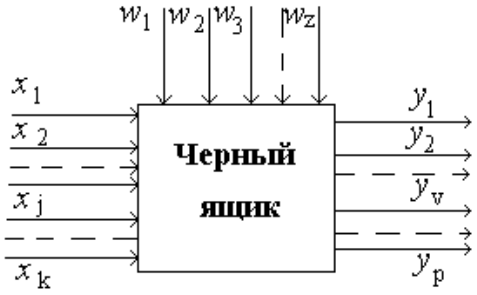


Рисунок 1. Структурная схема объекта исследования

При проведении научных экспериментов и технологических расчетов наряду с субстанционным (изготовление физического образца материала) и структурно-имитационным (имитация взаимодействия структурных элементов системы) моделированием широко применяется функциональное моделирование, результатом которого является получение некой математической функции, описывающей поведение объекта исследования, абстрагируясь от внутренней структуры вещественного субстрата. Функциональная модель работает по принципу «черного ящика» [3, с. 12].

В строительной сфере вышеуказанный принцип можно применить, например, при решении задач повышения теплоизоляционных характеристик материала. В этом случае, будут следующие этапы:

1) Необходимо уточнить оптимизируемые параметры, они будут зависеть от конкретных задачи и целей. Например, прочность бетона, удобоукладываемости бетонной смеси и др.;

2) Определить факторы, которые могут оказывать влияние и изменять оптимизируемые факторы. Сюда можно отнести, определения исходного состава смеси, выбор интервалов варьирования факторов;

3) Определиться с планом и условиями проведения эксперимента;

4) На последнем этапе необходимо обработать результаты эксперимента и построить математические модели, учитывая зависимости и факторы, которые свойств бетонной смеси и бетона от выбранных факторов [4, с. 82].

Возможны два подхода к изучению любого объекта – теоретический и экспериментальный. Они неразрывно связаны и взаимно дополняют друг друга.

Теоретический подход обычно связан с математическим описанием объекта в виде некоторой системы уравнений и поиском методов их решения. И здесь математическое моделирование объекта осуществляется обычно на ЭВМ путем анализа или решения этих уравнений. Но стоит отметить, что математическое моделирование в конечном счете решает лишь математические проблемы, так как формально оперирует некоторыми количественными характеристиками объекта, не вдаваясь в физическую сущность процессов. Другими словами, не изучением

физического объекта, а тех математических связей, которые в какой-то мере соответствуют упорядоченным связям между параметрами физического процесса. Они не всегда полны, не вовлекают во внимание некоторые сопутствующие факторы. В связи с этим при математическом решении задачи не все проблемы физического процесса могут быть охвачены. Кроме того, часто выводы из математического решения получаются настолько сложными, что практическое использование их затрудняется. Надежность этих выводов полностью зависит от правильности сформулированных основных предпосылок, и чем сложнее процесс, тем меньше надежность.

При экспериментальных методах исследования объектов эти недостатки в значительной мере отсутствуют, физическая сущность объекта реализуется в эксперименте. Исследователь неформально анализирует объект, замечая всякие тонкости, нюансы процессов. Конечно, чем сложнее объект, тем дороже эксперимент, и не всегда эксперимент возможен в том диапазоне, который необходим.

Примером может служить классический анализ устойчивости стержня с абсолютно защемленными концами при осевом сжатии. Понятно, что для такого отвлеченного исследования совершенно необходимо, чтобы эксперимент был целиком подчинен условиям принятой расчетной схемы. Гораздо чаще встречается другая разновидность экспериментальных исследований, когда они проводятся с целью проверки результатов теоретического анализа работы реальных (натурных) конструкций, функционирующих в составе несущих систем зданий и сооружений. В таком случае нельзя столь категорично подчинять схему эксперимента расчетной схеме [5, с. 92-93].

При расчете реальных конструкций и сооружений составляют идеализированную расчетную схему. Для этого принимаются различные упрощения, которые будут удобными для проведения анализа, но при этом они могут искажать в какой-то мере истинный характер работы конструкций. Например, принятие определенной формы нагружения задание податливостей (или жесткостей) различных связей и т.п. Иногда принятые в расчетной схеме

условия оказываются жесткими, что удовлетворить им в эксперименте в полной мере в силу многих причин не представляется возможным. К таким причинам можно отнести: отсутствие соответствующего оборудования, невозможность получения требуемой прочности материала конструкции, различного рода технологические и конструктивные трудности, чрезмерные финансовые затраты. Значительные сложности часто возникают и в случае, обратном рассмотренному, когда теоретическое исследование проводится с целью аналитического обоснования результатов эксперимента. В таком случае исследовательтеоретик обязан точно смоделировать в расчетной схеме условия проведения эксперимента [5, с. 92-93].

Таким образом, рассмотрена и обоснована сущность и целесообразность применения метода математического планирования экспериментов в строительстве. Отличительной особенностью данного метода является возможность получения нескольких возможных решений поставленной задачи. Такой подход позволяет получить максимально возможное количество информации об изучаемом объекте с заданной степенью точности прогноза при минимальных затратах ресурсов и времени. Также при использовании методов математического планирования, условия задачи обязаны быть точно сформулированы. На практике решения таких задач являются трудоемкими, по причине отсутствия достаточного математического знания у планировщика, а также отсутствие готовых программных комплексов по расчету. Оптимизация планирования в строительстве исследована с помощью массива методов и алгоритмов, которые направлены для решений задач планирования и управления строительством. Распределяя оптимально ресурсы, можно влиять на качество, сроки, стоимость строительства, производительность труда.

Стоит обратить внимание, что сущность, содержание, условия применения и последовательность использования того или иного метода проведения эксперимента требуют более детального изучения. Кроме того, следует четко понимать, что каждый метод проведения эксперимента будет иметь и свои особенности в зависимости от объекта исследования.

Литература

1. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. -К.: Вища школа, 1989.- 328 с.
2. Реброва И.А. Р 31 Планирование эксперимента: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2010. – 105 с.
3. Ординарцева, Н.П. Планирование эксперимента в измерениях / Н.П. Ординарцева // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. № 03 (79). 2013.
4. Местников А.Е., Федоров В.И. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВА ЛЕГКОГО БЕТОНА // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 11-1. – С. 82-87; URL: https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37770 (дата обращения: 05.02.2022).
5. Акаев А.И., Магомедов М.Г., Ханмагомедов М.А.Принципы оптимального планирования экспериментально-теоретических исследований строительных конструкций, Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №2 (37), 2015

References

1. Voznesensky V.A., Lyashenko T.V., Ogarkov B.L. Numerical methods for solving construction and technological problems on a computer. -K.: Vishcha shkola, 1989.- 328 p.
2. Rebrova I.A. R 31 Experiment planning: a textbook. – Omsk: SibADI, 2010. - 105 p. 3.
3. Ordinartseva, N.P. Planning an experiment in measurements / N.P. Ordinartseva // Factory laboratory. Diagnostics of materials. № 03 (79). 2013.
4. Mestnikov A.E., Fedorov V.I. MATHEMATICAL PLANNING IN THE DESIGN OF LIGHT CONCRETE COMPOSITION // Modern high-tech technologies. – 2019. – No. 11-1. – pp. 82-87; URL: https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37770 (date of reference: 05.02.2022).

5. Akaev A.I., Magomedov M.G., Khan Magomedov M.A.Principles of optimal planning of experimental and theoretical studies of building structures, Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical Sciences. No.2 (37), 2015

© Смирнова А.Д., Гулякин Д.В., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.

Для цитирования: Смирнова А.Д., Гулякин Д.В. СУЩНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №5/2022.