



УДК 514

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ДОСТОВЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Синицын Сергей Александрович

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

«Теоретическая и прикладная механика»

Российского университета транспорта (РУТ(МИИТ))

Аннотация

В статье рассмотрены основные принципы построения математических моделей, которые используются для проектных расчетов, а также для предварительной оценки достоверности принимаемых решений. Достоверные проектные решения обычно выбираются из доверительных диапазонов с некоторой вероятностью, зависящей от вида закона распределения. При этом остальные вполне вероятные решения, содержащиеся в доверительном диапазоне, попросту теряются. При этом процесс проектирования значительно обедняется из-за потерь вполне эффективных вариантов конструкций. В этой работе предложен способ организовать проектирование по доверительным диапазонам с целью сохранить все возможные проектные решения с заданной вероятностью. Для решения этой задачи используется информационный подход, который позволяет выполнять комплексную аддитивную оценку всех доверительных диапазонов проектных параметров.

Ключевые слова: система проектирования, проектные параметры, доверительные диапазоны, оценка принятых решений, энтропия доверительного диапазона, информационное проектирование.

BASIC PRINCIPLES OF FORMATION OF TRUSTED INFORMATION DESIGN MODELS

Sergey A. Sinitsyn

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department

“Theoretical and Applied Mechanics”

Russian University of Transport (RUT (MIIT))

ABSTRACT

The article discusses the basic principles for constructing mathematical models that are used for design calculations, as well as for a preliminary assessment of the reliability of decisions made. Reliable design decisions are usually selected from confidence ranges with a certain probability, depending on the type of distribution law. At the same time, the remaining quite probable solutions contained in the confidence range are simply lost. Moreover, the design process is significantly impoverished due to the loss of quite effective design options. In this work, a method is proposed to organize design by confidence ranges in order to preserve all

possible design decisions with a given probability. To solve this problem, an information approach is used, which allows performing a comprehensive additive assessment of all confidence ranges of design parameters.

Keywords: design system, design parameters, confidence ranges, evaluation of decisions made, entropy of the confidence range, information design.

Процесс проектирования в поэтапном рассмотрении формируется, согласно [1, с. 53], по принципу увеличения количества информации в интерактивной системе и может быть разбит на несколько самостоятельных этапов по уровням накопленной информации. Каждый такой этап включает отдельные участки, наличие которых определяется принятыми проектными решениями. В каждой точке принятия решений возможна перестройка алгоритма или даже стратегии проектирования, характер которой отражается на графике характеристики градиента информации.

Градиент функции прироста информации не только определяет алгоритм развития проектирования, но также является критерием эффективности и достоверности математических моделей, то есть в комплексе определяет степень правильности принятых решений.

Как уже отмечалось, любое принятое решение должно быть предварительно оценено с помощью корректной математической модели на достоверность [2, с. 104]. Математическая модель любого уровня может быть определена некоторым интервалом достоверности, внутри которого с заданной вероятностью содержатся возможные решения. Таким образом каждой модели можно поставить в соответствие число выражающее доверительный интервал решений, то есть уровень применения модели на том или ином этапе проектирования. Тогда средний диапазон достоверных решений каждого этапа проектирования можно определить энтропией, как мерой количества информации.

Энтропия весьма удобна в многопараметрических задачах, поскольку является аддитивной функцией закона распределения вероятностей проектных решений на всем доверительном интервале. Тогда от оценки точности проектных решений правильно перейти к диапазону минимальной и максимальной энтропий данного этапа проектирования, поскольку сама энтропия, как и информация, является безразмерной характеристикой [3, с. 72].

Если на данном этапе моделирования энтропия не опускается до заданного верхнего уровня, то результаты проектирования не считаются достоверными и расчетная математическая модель должна быть заменена или доработана до требуемых показателей достоверности. Схема эффективного проектирования представлена на рисунке 1.

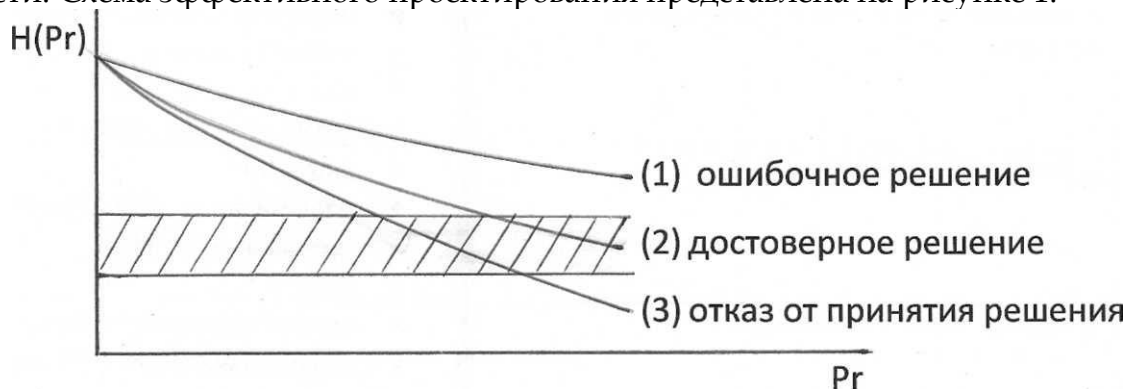


Рисунок 1. Информационная интерпретация эффективного проектирования

С информационной точки зрения должен существовать некоторый наперед заданный энтропийный диапазон $[H_{\min}; H_{\max}]$, который определяет область достоверных решений задачи проектирования данного этапа. На рисунке 1 заштрихованная зона [4, с. 37]. При попадании характеристики в диапазон (2) получаем оптимальное достоверное решение; характеристика (1) соответствует недостоверному решению; характеристика (3) может указывать на отказ от принятия решения в силу избыточности информации.

С точки зрения параметрического проектирования такая диапазонная схема не исключает множества проектных параметров, попавших в доверительный диапазон, от дальнейшего участия в проектировании. Иными словами, с заданной вероятностью, любые параметры из доверительного диапазона считаются приемлемыми для дальнейшего решения.

Характеристические диапазоны параметров на каждом этапе проектирования образуются по свойствам математических моделей и зависят от изменения определяющих параметров каждого уровня проектирования. Статистическая информация о взаимозависимости параметров соседних уровней позволяет дополнить корректировать доверительные диапазоны в сторону их уменьшения [5, с. 38]. Такая процедура может быть названа информационным проектированием, поскольку реализуется независимо от традиционных алгоритмов проектирования на основе принятия решений. В дальнейшем будем рассматривать алгоритмы оптимального проектирования с параллельной оценкой достоверности результатов по информационному критерию.

Одним из наиболее важных вопросов оценки принятых решений в проектировании является возможность учета статистических свойств применяемых математических моделей. Как уже говорилось, это позволяет повысить эффективность процесса проектирования в целом. Если предположить, что применяемые математические модели неоднократно использовались для известных рутинных алгоритмах, то можно принять нормальные законы распределения вероятностей на диапазонах характеристик с вероятностью $P=0,95$. Таким образом, при переходе к равновероятным распределениям возможно дополнительно сблизить границы диапазонов принятия решений, не изменяя величины доверительной вероятности ($P=0,95$), то есть еще раз, дополнительно повысить эффективность проектирования.

Оценка достоверности проектных параметров, полученных с помощью канонических моделей [6, с. 1257], на основе информационного метода способна подтвердить правильность методик проектирования, применяемых на практике многие годы, например, на этапе предэскизных разработок. Задача исследования и классификации математических моделей возникла до эпохи автоматизации проектирования, когда такие модели оценивались как аналоги упрощенного действия конкретной системы. Конечно, такое осмысление модели слишком поверхностно отражает суть проектирования, но все же определяет основное направление его исторического развития.

В проектировании применяются различные типы моделей. Наряду с математическими моделями здесь часто используют блок-схемы и графы, относящиеся к иконографическим моделям. Эти модели часто используют для описания системы проектирования с набором опций функционального взаимодействия. Их применение вполне целесообразно при синтезе многоуровневой системы проектирования [7, с. 236].

На рисунке 2 приведена блок-схема некоторой обобщенной системы проектирования, предназначенной для выполнения ряда общих операций проектирования. Такая система состоит из наборов параметров входа и выхода «черного ящика» и может определять любой мини комплекс проектирования.



Рисунок 2. Блок-схема системы проектирования высшего обобщения

Понимание модели проектирования означает знание зависимости выходных величин или проектных параметров от вариаций входных характеристик [8, с. 59]. При этом точность самой модели или ее достоверность определяется уровнем таких знаний или, с точки зрения вероятности – доверительными диапазонами их параметров. Например, математические модели отражают зависимости между входами и выходами системы посредством системы уравнений или эмпирических соотношений. Поэтому такие модели косвенно отражают зависимость между точностью задания исходных характеристик и точностью вычисления выходных проектных параметров.

Построение точной модели требует знания всех существенных переменных и связей между ними. Только в этом случае модель не будет нести потерь информации. Задача точности математической модели проектирования, ее применимости для решения задачи оценки проектных решений напрямую связана с материальными затратами на ее разработку. Особенно остро вопрос точности встает при разработке при составлении блочных моделей. В таких моделях каждый функциональный блок должен быть максимально простым, но в то же время обеспечивать заданную точность, соответствующую этапу проектирования.

Встроенные в модель функциональные связи определяют режим ее работы, включая скорость и точность расчетов. Такие связи называют заложенными в память, поскольку они содержат информацию о порядке и способах соединения элементов системы, например, характеристик и проектных параметров [9, с. 305].

Многообразие блочных моделей подразделяется на три укрупненные группы, применяемые в проектировании:

1. Один вход и только один выход блока модели.
2. Один вход и множество выходов или обратная последовательность.
Такой класс моделей отнесен к группам объединителей и делителей.
3. Блоки и модули, содержащие более чем один вход и более чем один выход. Такой тип моделей наиболее подходит для проектирования.

Для построения расчетных и оценочных моделей проектирования необходимо выявить множество проектных характеристик и установить между ними связи. В противном случае оценка принимаемых проектных решений становится невозможной.

Точность каждой модели определяется степенью ее соответствия или адекватности реальному физическому процессу, в нашем случае процессу проектирования. Такая адекватность определяется двумя основными факторами:

- выявлением всех существенных характеристик и проектных параметров;
- установлением связей между ними.

Основные принципы построения адекватных моделей проектирования на основе информационного метода будут рассмотрены в следующей статье.

Список литературы

1. Синицын С.А. Концепция моделирования обтекаемых обводов высокоскоростного наземного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2011. - №3. - с.52-55.
2. Панченко В.А. Моделирование теплофотоэлектрических модулей для энергоснабжения инфраструктурных объектов // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта: межвузовский сборник научных трудов – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2018, с. 100 – 109.
3. Панченко В.А. Моделирование солнечных теплофотоэлектрических модулей // Электротехнологии и электрооборудование в АПК, 2019, 2 (35), с. 71 – 77.
4. Гусарова О.Ф. Прогрессивные методы применения графических аналогий для моделирования пластического формоизменения материала. Меридиан, 2020. №3 (37), <http://meridian-journal.ru/>
5. Гусарова О.Ф. Интерактивная информационная система как средство принятия правильного решения. Меридиан, 2020. №4 (38), <http://meridian-journal.ru/>
6. Панченко В.А. Моделирование солнечных теплофотоэлектрических модулей различной конструкции // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции: “Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019” (23 – 26 сентября 2019 г.) – Севастополь: СевГУ, 2019, с. 1255 – 1259.
7. Панченко В.А. Создание трёхмерных моделей солнечных теплофотоэлектрических модулей в системе автоматизированного проектирования // Инновации в сельском хозяйстве. Теоретический и научно-практический журнал, № (2) 27/2018, с. 232 – 238.
8. Панченко В.А. Разработка комплекса современных средств изучения графических дисциплин. Монография, Москва: ФГАОУ ВО “Российский университет транспорта”. Российская открытая академия транспорта, 2019. ISBN 978-5-7473-0975-3.
9. Киричев А.В., Климов Е.И., Панченко В.А. Обзор теплофотоэлектрических модулей как энергоэффективных установок солнечной энергетики // Эффективная энергетика – 2015. Материалы научно-практической конференции с международным участием 21 – 22 мая 2015 года Издательство политехнического университета, Санкт – Петербург, 2015 г, с. 301 – 307.

References

1. Sinitsyn S.A. The concept of modeling streamlined contours of high-speed land transport // Science and technology of transport. - 2011. - No. 3. - p. 52-55 [in Russian].
2. Panchenko V.A. Modeling of photovoltaic modules for energy supply of infrastructure facilities // Modern problems of improving the work of railway transport: interuniversity collection of scientific papers - Moscow: Russian University of Transport (MIIT), 2018, p. 100 - 109 [in Russian].
3. Panchenko V.A. Modeling of solar thermal photovoltaic modules // Electrotechnologies and electrical equipment in the agro-industrial complex, 2019, 2 (35), p. 71 - 77 [in Russian].
4. Gusarova O.F. Progressive methods of applying graphical analogies for modeling plastic material shaping. Meridian, 2020. №3 (37), <http://meridian-journal.ru/> [in Russian].
5. Gusarova O.F. Interactive information system as a means of making the right decision. Meridian, 2020. №4 (38), <http://meridian-journal.ru/> [in Russian].

6. Panchenko V.A. Modeling of solar thermal photovoltaic modules of various designs // Ecological, industrial and energy safety - 2019: collection of articles on the materials of the international scientific-practical conference: "Ecological, industrial and energy safety - 2019" (September 23 - 26, 2019) - Sevastopol: SevSU, 2019, p. 1255 - 1259 [in Russian].
7. Panchenko V.A. Creation of three-dimensional models of solar thermal photovoltaic modules in a computer-aided design system // Innovations in agriculture. Theoretical and Scientific-Practical Journal, No. (2) 27/2018, p. 232 - 238 [in Russian].
8. Panchenko V.A. Development of a set of modern means of studying graphic disciplines. Monograph, Moscow: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport". Russian Open Academy of Transport, 2019. ISBN 978-5-7473-0975-3 [in Russian].
9. Kirichev A.V., Klimov E.I., Panchenko V.A. Overview of photovoltaic modules as energy-efficient installations of solar energy // Effective Energy - 2015. Materials of a scientific and practical conference with international participation May 21-22, 2015 Publishing House of the Polytechnic University, St. Petersburg, 2015, p. 301-307 [in Russian].