

Л. П. Вершинина

доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

О ФОРМАЛИЗАЦИИ В ЗАДАЧАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В исследовании сложных систем значительное место занимает процесс постановки задачи. Принципиальная ограниченность строгого формального описания сложных объектов и процессов диктует необходимость поэтапной формализации задачи. Для организации такого процесса необходимо знать современные методы прикладной математики, ориентированные на решение практических задач. Автор статьи делится опытом обучения студентов прикладным дисциплинам, позволяющим освоить технику формализации в процессе моделирования.

Ключевые слова: *сложные системы; моделирование; формализация.*

DOI: 10.25206/2307-5430-2021-9-10-14

Исследование реальных объектов и процессов сегодня невозможно без построения соответствующих математических моделей. Специалист должен уметь проектировать и настраивать модель, экспериментировать с моделью, интерпретировать результаты моделирования [1]. Первый этап моделирования – этап формализации, включающий проектирование и настройку модели системы, является самым сложным. Реализация именно этого этапа вызывает у студентов наибольшие затруднения.

На кафедре высшей математики и механики Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения реализуется магистерская образовательная программа по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», направленность «Технология моделирования сложных систем».

Умение видеть соответствие между реальными процессами и математическими моделями формируется у студентов в процессе изучения прикладных математических дисциплин. Поставить задачу, выбрать степень детализации при обследовании сложного объекта, а также методы моделирования и последовательность их применения в процессе постепенной формализации модели помогает использование закономерностей систем, приемов и методов системного анализа [2].

Важнейшей особенностью сложных систем (объектов, проблемных ситуаций, реальных явлений и процессов) является принципиальная ограниченность их строгого формального описания. Известно, что в этом случае полезно использовать методы активизации интуиции и опыта специалистов, сочетая их с формальными, математическими методами. Но как научить этому студентов?

Решение поставленной задачи осуществляется в процессе изучения интегративного комплекса следующих дисциплин: «Обработка нечеткой информации в системах поддержки принятия решений» (1 семестр), «Методы получения и анализа экспертной информации» (2 семестр) и «Математические методы в задачах анализа и синтеза сложных систем» (3 семестр).

Содержание дисциплины "Обработка нечеткой информации в системах поддержки принятия решений" охватывает круг вопросов, связанных с нечетким моделированием – современной технологией решения практических задач. Актуальность новой технологии обусловлена тенденцией увеличения сложности математических моделей реальных систем и процессов управления, связанной с желанием повысить их адекватность и учесть все большее число различных факторов, оказывающих влияние на процессы принятия решений. В ситуациях, когда необходимо учитывать неполноту и неточность исходных данных, технология нечеткого моделирования оказывается наиболее конструктивной.

Излагаются основные аспекты теории нечетких множеств и нечеткой логики, практические результаты использования нечетких технологий для обработки слабоструктурированной информации в процессе моделирования. Студенты получают необходимые навыки исследования систем в условиях неполноты и неточности исходных данных.

В дисциплине «Методы получения и анализа экспертной информации» изучаются математические методы получения, анализа и обработки экспертной информации, используемые при решении практических задач планирования, управления и прогнозирования в технике. На начальных этапах формирования модели выбор приемов и методов формализации необходимо проводить особенно осторожно, постоянно помня о содержательном анализе.

Применение экспертных методов обеспечивает активное и целенаправленное участие специалистов на всех этапах принятия решений, что позволяет существенно повысить качество и эффективность решений.

В ходе изучения студентами данной дисциплины рассматриваются принципы подбора экспертов, методы получения качественной и количественной экспертной информации, методы анализа согласованности оценок экспертов, математико-статистические методы, применяемые для обобщения и анализа информации, полученной от специалистов.

Изучаются имеющие широкую практическую направленность эвристические методы, являющиеся основой ряда методов моделирования сложных систем [3]: матричные методы (морфологический, решающих матриц и др.) и графовые методы (анализа иерархий, прогнозного графа и др.). Рассматриваются наиболее значимые и проблемные свойства эвристических моделей: ингерентность (когерентность), полнота (избыточность), абстрактность (прагматичность), целостность (противоречивость), адекватность.

Студенты получают необходимые навыки использования математических методов в сочетании с априорной экспертной информацией для принятия рациональных решений.

Умение формализовать задачу на основе изученных методов окончательно закрепляется при изучении дисциплины «Математические методы в задачах анализа и синтеза сложных систем».

Рассматриваются методы математического описания и исследования состояний, свойств, характеристик систем, а также протекающих в них процессов. Излагаются широко используемые в практических задачах приемы проектирования и настройки математических моделей технических систем.

Профессиональные компетенции в учебном плане магистров определены в соответствии с Профессиональным стандартом 40.057 "Специалист по автоматизированным системам управления машиностроительным предприятием".

В связи с этим акцент сделан на изучение принципов и видов анализа и синтеза технических систем управления, математических методов, реализующих указанные принципы.

Управление рассматривается как функция сложной системы. Излагаются основные принципы системного подхода к анализу и синтезу систем управления. Дается общая характеристика математических методов, используемых в задачах анализа и синтеза систем управления. Особое внимание уделяется наиболее применяемым в реальных задачах методам и моделям.

На примерах показывается, как степень формализации задачи управления определяет методику и соответствующий математический аппарат ее решения.

Рассматриваются вопросы структурного и функционального моделирования, построения моделей управления элементов и устройств на основе физических законов функционирования объекта. Показано, что процесс построения математической модели на верхнем уровне описания (система) является менее формализуемым и характеризуется дальнейшим абстрагированием от физических особенностей функционирования элементов и устройств [4].

При изучении методов оптимизации стратегии управления рассматриваются методы математического программирования, в том числе и нечеткого математического программирования, являющиеся наиболее распространенными

и эффективными подходами к решению задач оптимального управления сложными системами. Методы изучаются в процессе решения следующих задач: планирование ассортимента изделий; маршрутизация производства изделия; управление технологическим процессом; регулирование запасов и т. д.

Рассматриваются нечеткие классификационные модели управления, модель фазово-траекторного управления процессом, нечеткие модели управления на основе композиционных схем вывода, модели выбора управляющих воздействий на основе оперативной идентификации объекта управления [5].

Детальное рассмотрение процесса проектирования указанных моделей позволяет студентам увидеть соответствие между реальными процессами и математическими моделями, освоить технику процесса постепенной формализации от слабоформализованных (лингвистические, структурные, теоретико-множественные) к более формальным представлениям системы, научиться гибко вносить изменения в модель, сохраняя ее адекватность.

Библиографический список

1. Вершинина Л. П., Вершинин М. И. Непрерывное математическое образование в техническом вузе // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. 2020. Т. 8. С. 52–58.

2. Волкова В.Н. Искусство формализации: От математики – к теории систем и от теории систем – к математике. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 199 с.

3. Степанов Ю. С., Тарапанов А. С., Харламов Г. А. Эвристические методы в инженерном деле. Орел: Госуниверситет–УНПК, 2014. 180 с.

4. Малин А. С., Мухин В. И. Исследование систем управления. М.: ГУВШЭ, 2002. 400 с.

5. Вершинина Л.П. Оперативная идентификация процесса по результатам измерений // Метрологическое обеспечение инновационных технологий: матер. III Междунар. форума (Санкт-Петербург, 4 марта 2021 г.). СПб.: ГУАП, 2021. С. 49–50.

Сведения об авторе:

Лилия Павловна Вершинина

Служебный почтовый адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А. Кафедра высшей математики и механики; e-mail: zk-inf@yandex.ru.

Научные интересы автора: управление в технических системах, педагогика высшей школы.