



Компьютерная модель позволяет лучше понять процессы поведения пешеходных потоков на стадионе, визуализировать эти потоки, рассчитать пропускную способность и среднее время пребывания пешеходов в различных зонах стадиона, создать динамические карты плотности зрительских потоков. Полученные результаты могут быть использованы в целях обеспечения безопасности во время проведения крупных спортивных мероприятий, а также учтены при очередной реконструкции стадиона.

#### Библиографический список

1. Борщев Андрей. AnyLogic – универсальная среда для моделирования пешеходных потоков. <http://www.anylogic.ru/seminar-modelirovanie-peshexodnykh-potokov>.
2. Инструмент многоподходного имитационного моделирования <http://www.AnyLogic.ru>.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука. – М.: Мир, 1978.

УДК 519.7

### Математическое моделирование в профессиональной деятельности инженера-машиностроителя

*В.В. Смирнов*

*БТИ (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова*

К числу системных компетенций специалиста (инженера) в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств относят в первую очередь способность проектировать производственные системы, а также изделия машиностроения и технологические процессы их изготовления. Комплекс задач, решаемых при проектировании сложных систем, затрагивает все виды профессиональной деятельности инженера, включая научно-исследовательскую, проектно-конструкторскую, производственно-технологическую, организационно-управленческую и др. В этой связи актуальной является разработка профильного курса математического моделирования для будущих специалистов в области машиностроения, обеспечивающего устойчивость профессионально-прикладной математической компетенции проектировщика на основе развития способностей к моделированию изделий, объектов и процессов, а также формирования профессионально-ориентированной среды математической подготовки в инженерном вузе [1, 2].

Применение математического моделирования допускает описание и исследование систем произвольной сложности при рассмотрении объектов проектирования со стороны функционального, конструкторского и технологического аспектов [3]. При этом между проектированием и моделированием усматриваются глубокие аналогии. Так, две основные метапроцедуры проектирования, к которым относят: 1 – поиск и принятие решения, 2 – описание объекта, характерны также для моделирования. А методы разработки математической модели объекта – анализ и синтез, дедукция и индукция, относятся в то же время типичным проектным операциям. Кроме того, алгоритмические исполнения математических моделей (численные и имитационные модели) позволяют перейти к реализации компьютерных/программных средств помощи проектировщику в среде CAD/CAM/CAPP/CAE-систем. Интеграция математических методов и компьютерных технологий становится одним из факторов раскрытия междисциплинарной сущности математического знания и способствует преодолению традиционных математических трудностей, возникающих в процессе решения прикладных задач [1].

На основе анализа задач, решаемых проектировщиком, в Бийском технологическом институте разработан и внедрен в учебный процесс курс математического моделирования для бакалавров в области конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств. В образовательном процессе используется учебное пособие [4], рекомендованное Сибирским региональным учебно-методическим центром высшего профессионального образования для межвузовского использования, а также компьютерный лабораторный практикум. Основу курса составляют математические знания, умения и навыки, применяемые в проектной деятельности и позволяющие:

- 1) единообразно описывать (формализовать) объекты и процедуры проектирования;
- 2) проводить количественный и качественный анализ, а также оптимизацию параметров проектируемой системы;
- 3) предсказывать поведение проектируемой системы при изменении её параметров и параметров внешней среды.

С точки зрения соотношения задач моделирования с задачами, стоящими перед проектировщиком предложенный курс включает в себя следующие модули.

#### 1. Введение в моделирование

В этом модуле рассматриваются основные термины и понятия, раскрывается сущность моделирования как метода, используемого как на теоретическом, так и на эмпирическом уровнях научного познания, преимущества и недостатки математического моделирования в сравнении с натурными исследованиями и испытаниями. Также обсуждаются вопросы классификации моделей и применения системного подхода к моделированию, способы построения математических моделей, проблемы полноты и адекватности моделей, этапы построения математических моделей, требования к моделям.

#### 2. Модели поиска и принятия решения

Представлены математические модели поиска и принятия решений на основе формальных знаний – фактов и правил, описывающих некоторую предметную область. Соответствующие опорные разделы математики: алгебра логики и теория множеств.

Рассматривается способ принятия решений на основе анализа параметров системы. Количественный анализ позволяет установить численные значения параметров путём вычисления значения функции или характеристики статистической распределения, теоретико-вероятностной или экспертной оценки, решения уравнений. Качественный анализ параметров включает анализ графиков функций, фазовых траекторий в пространстве состояний системы, картин распределения физических величин в статике и динамике, выделение ключевых особенностей, проявляющихся в поведении модели: стационарность или нестационарность, линейность или нелинейность.

Особенное внимание уделяется моделям оптимизации. Оптимизация структуры технической системы (изделий, устройств), технологического процесса тесно связана с параметрической оптимизацией, которая может быть условной и безусловной, и здесь задействуется аппарат математического программирования.

#### 3. Дескриптивные (описательные) модели

Описательными являются в первую очередь теоретико-множественные и алгебрологические модели, позволяющие оперировать классами и группами объектов и предметов производства: классификация деталей, сборочных узлов, оборудования, инструмента и приспособлений, технологических процессов в машиностроении. При описании структуры объектов и процессов, эффективные средства моделирования предоставляет теория графов.

Не менее важными являются модели, описывающие в форму и размеры изделий, элементов оснастки и рабочих зон станка. Точные геометрические модели служат основой для проектирования качественных машин и технологических процессов для оборудования с числовым программным

управлением. Такие модели создаются методами аналитической геометрии, алгебры логики, особую роль играет здесь метод координат.

Функционирующая техническая или технологическая система может быть представлена оператором модели  $A$ , позволяющим по соответствующим значениям входных параметров  $X$  установить значения выходных параметров  $Y$  системы:

$$A(X \rightarrow Y), X \in \Omega_X, Y \in \Omega_Y, \quad (1)$$

где  $\Omega_X$  и  $\Omega_Y$  – соответственно множества допустимых значений входных и выходных параметров, элементами которых могут быть любые математические объекты (числа, матрицы, функции, множества и т.д.) исходя из природы моделируемого объекта.

Понятие оператора модели может трактоваться достаточно широко. Это может быть некоторая аналитическая функция, уравнение регрессии, система алгебраических или дифференциальных уравнений, вычислительная схема, алгоритм численного метода, совокупность правил, дискретный автомат, нейронная сеть и др., т.е. то, что обеспечивает нахождение выходных параметров по заданным исходным значениям входных параметров.

4. Модели, позволяющие обеспечить управление объектом, процессом

Входные параметры в формуле (1) могут быть управляемыми и неуправляемыми. Управляемые параметры связывают с организацией и управлением производственными и технологическими процессами, при проектировании которых объективно присутствует одна из двух задач оптимизации, неверное решение которых приводит к излишней трате материальных, трудовых, финансовых ресурсов:

- 1) сделать изделие с заданными свойствами минимальной стоимости;
- 2) сделать изделие заданной стоимости с максимальными (наилучшими) свойствами.

При построении управляющих моделей сложных организационно-технических и технологических систем целесообразно знать и использовать методологию имитационного моделирования, методы Монте-Карло, теорию систем массового обслуживания, математическую теорию игр.

#### Библиографический список

1. Смирнов В.В. Два направления инноваций в области математической подготовки инженеров // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе : материалы 10-ой Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 28 марта 2012 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – С. 217–219.
2. Смирнов В.В. Подготовка инженера-исследователя в области математического моделирования // Инновации в машиностроении – основа технологического развития России: материалы VI международной научно-технической конференции. Часть 2, Барнаул, 23-26 сентября 2014 г. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – С. 168–174.
3. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем. – Минск: Новое знание, 2013. – 584 с.
4. Смирнов В.В. Математическое моделирование. Курс лекций с тестами для самопроверки. – Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 123 с.

УДК 519.833

### Модельный пример успешности обучения в вузе

*Л.Л. Смолякова*  
АлтГУ, г. Барнаул

Для данной работы автор использовал данные о поступлении и обучении студентов факультета математики и информационных технологий Алтайского государственного университета.

Для построения модельного примера успешности обучения и дальнейшего его интерпретации методом главных компонент (МГК) выберем линейную математическую модель, общее уравнение будет иметь вид:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 v_1 + \alpha_2 v_2 + \alpha_3 v_3, \quad (1)$$

где  $v_1, v_2, v_3$  –  $v_1, v_2, v_3$  обобщенные (агрегированные, внутренние) переменные [1, 2], отвечающие за базовую подготовку (ЕГЭ), активность студентов во время обучения и степень осознанности выбора данного направления бакалавриата для обучения на выбранном факультете.

Область определения:

$v_1 \in [20; 90]$   $v_2 \in [20; 90]$  данные получены в 2014 году по результатам поступления на математический факультет (математика ЕГЭ, физика ЕГЭ или информатика ЕГЭ, русский язык ЕГЭ);