

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

В. В. ИГНАТЕНКО

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Высшая математика является одной, если не самой главной, «обслуживающей» дисциплиной в техническом университете. И от того, как и какие разделы математики преподавать, во многом зависит уровень математической подготовки будущего специалиста.

С приходом на производство новых технологий, современного высокоэффективного оборудования, компьютерной техники, новых методов управления, значительно возросли требования к современному инженеру в области математического образования. Особое внимание должно уделяться построению математических моделей реальных производственных задач и методам их решения. Как отмечает академик В. И. Арнольд, «умение составлять адекватные математические модели реальных ситуаций должно составлять неотъемлемую часть математического образования» [1, с. 28].

Следует отметить, что в Беларуси, в связи с переходом на четырёхлетнее обучение (бакалавры) в учебных планах технических университетов произошло значительное сокращение часов по высшей математике, а также сильно снизился уровень подготовки по математике в средней школе.

В связи с этим уместно напомнить высказывание академика И. Г. Александрова – создателя плана ГОЭРЛО: «Наши молодые инженеры плохо владеют математическими методами – это уже ... не инженеры, а монтеры ... Инженер в полном смысле этого слова немислим без знания математики. Ничего нельзя сделать без математики: мост построить нельзя, плотину – нельзя, гидростанцию – нельзя. Сокращать объем преподавания математики – преступление. Надо изучать ее как можно в большем объеме, а главное – как можно основательнее» [2].

Естественно, возникает вопрос: как в современных условиях подготовить высококвалифицированного инженера?

Одним из выходов из сложившегося положения является переход от традиционной формы преподавания математики (набор классических разделов высшей математики), как это делалось раньше, а кое-где – и сейчас, к практико-ориентированной форме обучения, когда упор делается на те разделы математики, которые в первую очередь будут применены в будущей специальности.

Особенностью практико-ориентированной формы обучения является то, что только после совместного обсуждения преподавателями кафедры выс-

шей математики и выпускающих кафедр, с учетом запросов производства, должно приниматься решение, какие разделы математики включить в рабочую программу, какова глубина их изучения, для каких реальных производственных задач учить строить и решать математические модели.

Покажем, как это делается для специальности «Лесная инженерия и логистическая инфраструктура лесного комплекса» в Белорусском государственном технологическом университете.

После рассмотрения реальных производственных задач, которые были сформулированы ведущими преподавателями выпускающей кафедры и которые могут решаться с использованием математических моделей были получены две основные группы задач: задачи решаемые методами линейного программирования и задачи для которых строятся стохастические модели, с использованием дифференциальных уравнений Колмогорова [3]. Поэтому в курс высшей математики были включены разделы: «Линейное программирование» и «Теория массового обслуживания», которых раньше не было. Из прежней учебной программы были исключены такие разделы, как «Теория поля», «Ряды Фурье», «Криволинейные и поверхностные интегралы», «Тройной интеграл». Рассмотрена глубина изучения оставшегося материала в зависимости от его использования выпускающими и инженерными кафедрами. Некоторые математические положения носят только ознакомительный характер. Теоретический материал излагается в основном без доказательств. Основное внимание уделяется разъяснению вводимых математических понятий и выработке навыков по применению математического аппарата к решению практических задач. Перед изложением теоретического материала первоначально рассматривается ряд задач, приводящих к данному понятию, затем дается строгая математическая формулировка. Например, перед тем, как читать линейное программирование, первоначально рассматриваются реальные производственные задачи будущей специальности, которые решаются методами линейного программирования: задача оптимального использования ресурсов; задача оптимального раскроя материалов; задача оптимальной загрузки оборудования; задача оптимизации грузопотоков древесины (транспортная задача) и для одной или двух задач строятся их математические модели. После этого переходят к изложению теории и методов решения задач линейного программирования. Много внимания уделяется реализации этих методов с использованием компьютеров и имеющихся пакетов программ.

Поясним использование «Теории массового обслуживания» на конкретном примере решения реальной производственной задачи. В настоящее время в Республике Беларусь лесозаготовки осуществляются по сортиментной технологии, подразумевающей переход от использования ручного труда с применением бензопил к внедрению систем многооперационных лесных машин «харвестер – форвардер». Харвестер – многооперационная машина,

предназначенная для валки деревьев, их очистки от сучьев и раскряжевки на сортименты. Форвардер – многооперационная машина, предназначенная для сбора, погрузки и подвозки сортиментов на промежуточный склад с последующей их выгрузкой, штабелевкой и подсортировкой. С промежуточных складов лесоматериалы самозагружающимися автопоездами доставляются потребителям, минуя нижние склады.

С одной стороны, применяемая технология, практически, полностью исключает ручной труд, уменьшает производственный травматизм, существенно повышает производительность труда, а следовательно и эффективность лесозаготовок. С другой стороны, перед инженерно-техническим персоналом часто возникает ряд производственных задач, решение которых невозможно без математических методов и моделей. Например, в условиях широкого ассортимента лесозаготовительного оборудования, предлагаемого на рынке отечественными и зарубежными производителями, ключевой задачей является выбор оптимальной пары смежно работающих лесных машин, которая эксплуатируется в конкретных природно-производственных условиях. Законом-изготовителем по каждой лесной машине устанавливаются свои усредненные технические характеристики, которые в производственных условиях в зависимости от среднего объема хлыста, запаса древесины на лесосеке, почвенно-грунтовых особенностей, времени года и некоторых других факторов могут находиться в широких диапазонах. В этой связи формирование систем машин путем прямого сопоставления их технических характеристик не является рациональным. Решение данной производственной задачи возможно с применением математического моделирования работы исследуемой системы машин.

Рассмотрим математическую модель работы системы лесных машин на примере «харвестер – форвардер» [4]. Составим граф состояний работы форвардера (рисунок 1).

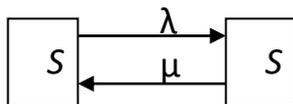


Рисунок 1 – Граф состояний форвардера

В соответствии с рассматриваемым графом состояний форвардер может находиться в состоянии простоя (S_0) ввиду отсутствия лесоматериалов, которые заготавливает для него харвестер, или в рабочем состоянии (S_1), выполняя сбор, погрузку, подвозку и штабелевку на промежуточном складе сортиментов. При этом из состояния простоя (S_0) в рабочее состояние (S_1) данная лесная машина переходит с интенсивностью λ сортиментов в час,

обратно – с интенсивностью μ сортиментов в час: $\lambda = t_3^{-1}$, где t_3 – продолжительность цикла заготовки одного сортимента харвестером; $\mu = t_n^{-1}$, где t_n – продолжительность цикла, связанного со сбором, погрузкой, подвозкой и штабелевкой на промежуточном складе одного сортимента форвардером.

Обозначим $P_i(t)$ – вероятность того, что в момент времени t лесная машина находится в состоянии S_i , тогда рассматриваемая модель функционирования форвардера на основании дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний примет вид

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = -\lambda P_0 + \mu P_1; \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - \mu P_1; \\ P_0 + P_1 = 1. \end{cases} \quad (1)$$

При установившемся режиме работы лесных машин (в течение месяца, года и т. д.) примем, что финальные вероятности состояний форвардера $P_0 = \text{const}$, $P_1 = \text{const}$. В этом случае система дифференциальных уравнений (1) трансформируется в систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} 0 = -\lambda P_0 + \mu P_1; \\ 0 = \lambda P_0 - \mu P_1; \\ P_0 + P_1 = 1. \end{cases} \quad (2)$$

Решением системы уравнений (2) относительно параметров P_0 и P_1 являются выражения для рационального подбора системы лесных машин «харвестер – форвардер»:

$$P_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu}, \quad P_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}. \quad (3)$$

Практическое применение полученных зависимостей состоит в следующем. При формировании системы лесных машин вначале выбирается марка одной из них, например форвардера, работа которого в конкретных природно-производственных условиях характеризуется интенсивностью μ . По зависимостям (3) устанавливается значение параметра λ , при котором обес-

печивается рациональная загрузка форвардера ($P_1 \geq 0,9$). Далее по параметру λ подбирается конкретная марка харвестера (рисунок 2).

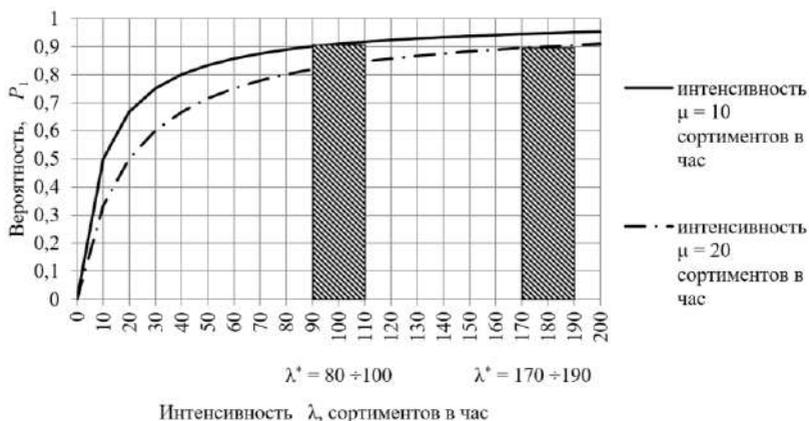


Рисунок 2 – Зависимости вероятностей состояний системы лесных машин «харвестер – форвардер»

Рассматриваемая математическая модель может быть использована в лесозаготовительном производстве, при формировании рациональной и эффективной системы лесных машин, например «харвестер – форвардер» в зависимости от конкретных природно-производственных условий, при наименьших экономических затратах.

Применяя на практике подобное математическое моделирование, инженер уже на стадии проектирования конкретного производственного участка может сформировать эффективные системы машин и технологические линии, обеспечивающие высокие показатели загрузки при минимальных простоях и нарушениях производственного ритма.

Список литературы

- 1 Арнольд, В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели / В. И. Арнольд. – М. : МЦНМО, 2000. – 32 с.
- 2 Александров, Л. Д. Математика и диалектика / Л. Д. Александров // Математика в школе. – 1972. – № 1. – С. 5–12.
- 3 Игнатенко, В. В. Моделирование и оптимизация процессов лесозаготовок : учеб. пособие / В. В. Игнатенко. В. Турлай, А. С. Федоренчик. – Минск : БГТУ, 2004. – 178 с.
- 4 Игнатенко, В. В. Математическая модель лесопромышленной системы «харвестер – форвардер» // Современные проблемы анализа динамических систем. Теория и практика : материалы Междунар. открытой конф., Воронеж 21–23 мая 2019 г. / отв. ред. В. В. Зенина. – Воронеж : ВГЛУ, 2019. – С. 217–220.