

На протяжении уже нескольких лет студенты 3 и 4 курсов физико-инженерного факультета выполняют курсовые и дипломные работы по тематике, предложенной методическим объединением учителей отделов образований Гомельской области. Одним из видов работ, выполненных студентами в рамках дипломных проектов, является разработка электронных учебников отдельных тем школьного курса математики и электронных учебников факультативов по математике для учащихся средних школ.

Такие направления в подготовке будущего учителя математики нам представляются перспективными и требуют дальнейшего совершенствования. Они формируют следующие компетенции у студентов.

*Академические:* уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач; владеть методами научно-педагогического исследования; владеть исследовательскими навыками; уметь работать самостоятельно; быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью); владеть междисциплинарным подходом при решении проблем; иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером; обладать навыками устной и письменной коммуникации; уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

*Социально-личностные:* обладать способностью к межличностным коммуникациям; быть способным к критике и самокритике; уметь работать в команде.

*Профессиональные:* управлять учебно-познавательной и учебно-исследовательской деятельностью обучающихся; использовать оптимальные методы, формы и средства обучения; организовывать и проводить учебные занятия различных видов и форм; организовывать самостоятельную работу обучающихся; осуществлять профессиональное самообразование и самовоспитание с целью совершенствования профессиональной деятельности.

Студенты физико-инженерного факультета ежегодно становятся победителями республиканского конкурса научных студенческих работ, получают стипендии Президента Республики Беларусь по социальной поддержке одаренных студентов и талантливой молодежи. Научно-исследовательская работа студентов способствует совершенствованию в выбранном направлении, развивает высокую требовательность к себе, аккуратность, точность в работе и научную объективность.

**Анотація. Єфремова М., Жук М., Маскальчук А. Організація наукової діяльності майбутнього вчителя математики.** Наукова робота студентів є однією з найважливіших форм навчального процесу. Формування дослідницького поведінки студентів Мозирського державного педагогічного університету ім І.П. Шамякіна здійснюється за допомогою різних форм і методів навчання.

**Ключові слова:** компетенції, науково-дослідний гурток, олімпіада, нестандартні завдання.

**Аннотация. Ефремова М., Жук М., Маскальчук А. Организация научной деятельности будущего учителя математики.** Научная работа студентов является одной из важнейших форм учебного процесса. Формирование исследовательского поведения студентов Мозырского государственного педагогического университета им И.П. Шамякина осуществляется с помощью различных форм и методов обучения.

**Ключевые слова:** компетенции, научно-исследовательский кружок, олимпиада, нестандартные задачи.

**Abstract. Yefremova M., Zhuk M., Maskalchuk A. Organization of scientific activity of the future teacher of mathematics.** The scientific work of students is one of the most important forms of the educational process. Formation of research behavior of students of Mozyr State Pedagogical University named after I.P. Shamyakin carried out using various forms and methods of training.

**Keywords:** competence, research club, olympiad, non-standard tasks.

**Василий Игнатенко<sup>1</sup>, Евгений Леонов<sup>2</sup>, Максим Фирьян**  
Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>1</sup>ihnatsenko@tut.by, <sup>2</sup>debager13@rambler.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА

Научно-технический прогресс предъявляет повышенные требования к качеству подготовки специалистов, которые в своей работе все чаще сталкиваются с задачами, требующими, кроме профессиональной подготовки, знания методов обработки результатов наблюдений, планирования эксперимента, математических методов моделирования и оптимизации. Все это требует фундаментального математического образования инженеров.

Современный инженер в своей работе сталкивается с новой высокопроизводительной и сложной техникой. Ему приходится анализировать работу как отдельных узлов машины, так и всей технологической линии. При достаточно широком выборе однотипных машин, очень важно правильно сформировать их в

системы лесозаготовительных машин. Решение этих проблем практически невозможно без математического моделирования исследуемых объектов. В Белорусском государственном технологическом университете студенты специальностей «Лесоинженерное дело» и «Машины и оборудование лесного комплекса» изучают математические модели профильных машин. Поясним это на примере работы форвардера – машины, предназначенной для сбора и подвозки заготовленной в лесу древесины.

Математическая модель для форвардеров разработана с учетом технических отказов. Размеченный граф состояний работы форвардера изображен на рис. 1. Для него характерны следующие состояния:  $S_0$  – машина исправна (простаивает или совершает холостой ход с погрузочного пункта на пашеку), но не производит сбор, транспортировку (подвозку), разгрузку и подсортировку сортиментов;  $S_1$  – машина исправна, осуществляет сбор, транспортировку, разгрузку и подсортировку сортиментов;  $S_{21}$  – отказ ходовой части;  $S_{22}$  – отказ двигателя;  $S_{23}$  – отказ технологического оборудования (манипулятора, грейферного захвата);  $S_{24}$  – отказ гидравлической системы.

В такой модели имеют место два типа потоков: сортиментов и отказов оборудования. Приоритетом пользуется поток отказов, т. к. при их наступлении они «обрабатываются» (ремонт) в первую очередь.

Из свободного состояния  $S_0$  в рабочее  $S_1$  система переходит с интенсивностью  $\lambda_1$  подачи рабочего органа к сортименту (штабелю сортиментов). Обратный переход осуществляется посредством погрузки и транспортировки сортиментов с интенсивностью  $\mu_1$ . При наступлении отказа ходовой части система с интенсивностью  $\lambda_{21}$  перейдет из состояния  $S_1$  в  $S_{21}$ . После выполнения ремонта с темпом  $\mu_{21}$  система вернется в состояние  $S_0$ . Отказ двигателя может привести к переходу в положение  $S_{22}$ , как из состояния  $S_0$ , так и из  $S_1$  с интенсивностью  $\lambda_{22}$ . После ремонта система с темпом  $\mu_{22}$  перейдет в состояние  $S_0$ . Отказ технологического оборудования приведет к переходу в состояние  $S_{23}$  из состояния  $S_1$  с интенсивностью  $\lambda_{23}$ . После ремонта система перейдет из состояния  $S_{23}$  в  $S_0$  с темпом  $\mu_{23}$ . Отказ гидросистемы приведет систему из состояния  $S_1$  в  $S_{24}$  с интенсивностью  $\lambda_{24}$ . После ремонта система перейдет из состояния  $S_{24}$  в  $S_1$  с темпом  $\mu_{24}$ .

Неизвестные параметры  $\lambda_i$  и  $\mu_i$  устанавливаются следующим образом:  $\lambda_1 = 1/t_n$ , где  $t_n$  – продолжительность времени подачи рабочего органа к сортименту (штабелю сортиментов);  $\mu_1 = 1/t_u$ , где  $t_u$  – продолжительность цикла сбора, транспортировки, разгрузки и подсортировки сортиментов;  $\lambda_{21} = 1/t_{21}^{от}$ , где  $t_{21}^{от}$  – продолжительность времени между отказами шасси;  $\mu_{21} = 1/t_{21}^B$ , где  $t_{21}^B$  – продолжительность времени восстановления работоспособности шасси;  $\lambda_{22} = 1/t_{22}^{от}$ , где  $t_{22}^{от}$  – продолжительность времени между отказами двигателя;  $\mu_{22} = 1/t_{22}^B$ , где  $t_{22}^B$  – продолжительность времени восстановления работоспособности двигателя;  $\lambda_{23} = 1/t_{23}^{от}$ , где  $t_{23}^{от}$  – продолжительность времени между отказами технологического оборудования;  $\mu_{23} = 1/t_{23}^B$ , где  $t_{23}^B$  – продолжительность времени восстановления работоспособности технологического оборудования;  $\lambda_{24} = 1/t_{24}^{от}$ , где  $t_{24}^{от}$  – продолжительность времени между отказами гидравлической системы;  $\mu_{24} = 1/t_{24}^B$ , где  $t_{24}^B$  – продолжительность времени восстановления работоспособности гидравлической системы.

По размеченному графу состояний (рис. 1) для вероятностей состояний  $P_0(t)$ ,  $P_1(t)$ ,  $P_{21}(t)$ ,  $P_{22}(t)$ ,  $P_{23}(t)$ ,  $P_{24}(t)$ ,  $P_{25}(t)$  записывается система дифференциальных уравнений Колмогорова. Здесь  $P_{ij}(t)$  – это вероятность того, что в момент времени  $t$  система находится в состоянии  $S_{ij}$  [1, 2].

При исследовании работы форвардера на протяжении длительного промежутка времени месяц, год и т.д. (установившийся режим работы), можно считать, что  $P_0 = \text{const}$ ,  $P_1 = \text{const}$ ,  $P_{21} = \text{const}$ ,  $P_{22} = \text{const}$ ,  $P_{23} = \text{const}$ ,  $P_{24} = \text{const}$ ,  $P_{25} = \text{const}$  (финальные вероятности состояний). Ошибка при принятии данного допущения не превышает 8% [1, 2].

Тогда система дифференциальных уравнений Колмогорова преобразуется в систему линейных алгебраических уравнений. Решив систему уравнений относительно вероятностей состояний  $P_0, P_1, P_{21}, P_{22}, P_{23}, P_{24}$ , получим выражения для расчета режимов работы форвардера.

Полученные зависимости вероятностей состояний форвардера позволяют установить рациональные значения параметров машины. Технология работы с зависимостями следующая. На основе технических характеристик принимается ряд параметров, например,  $\mu_1, \lambda_{21}, \lambda_{22}, \lambda_{23}, \lambda_{24}$  и из построенных зависимостей устанавливаются искомые параметры. Например,  $\lambda_1, \mu_{21}, \mu_{22}, \mu_{23}$  либо  $\mu_{24}$  [1,2].

На рис. 2 приведен пример установления одного из названных параметров. Установленное рациональное значение  $\mu_{21}^*$  позволяет определить рациональную, в данном случае, продолжительность восстановления ходовой части:

$$t_{21}^* = \frac{1}{\mu_{21}^*}.$$

При этом обеспечивается надлежащая производительность машины, т. к. достигается практически максимальная ее величина  $P_1^*$  (вероятность работы).

Разработанная модель позволяет при заданных характеристиках исследуемого форвардера получать рациональные режимы его работы и ремонта технологического оборудования в случае технических отказов.

Это приведет к росту производительности оборудования без существенных финансовых затрат.

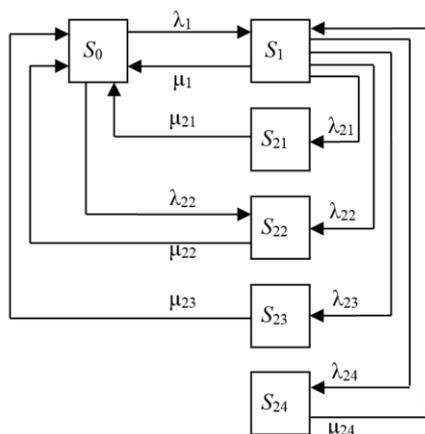


Рис. 1. Граф состояний системи форвардера

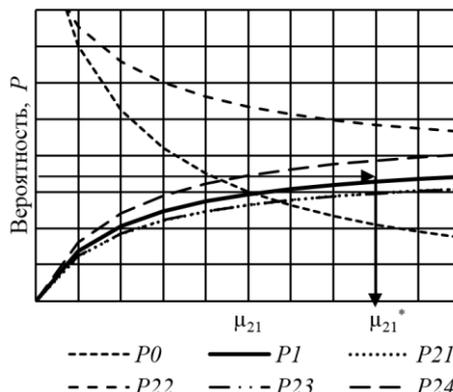


Рис. 2. Зависимость вероятностей состояний систем форвардера

### Список использованных источников

1. Игнатенко В. В., Леонов Е. А. Установление рациональных параметров многооперационных машин в лесозаготовительной промышленности // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 5–4. С. 291-295.
2. Леонов Е. А. Игнатенко В. В., Клоков Д. В. Математическая модель работы рубильной машины с учетом ее технических отказов // Труды БГТУ. 2016. № 2: Лесная и деревообр. пром-сть. С. 40-44.

**Аннотация.** Игнатенко В.В., Леонов Е.А., Фирьян М.Д. Применение математического моделирования при подготовке инженера. В статье представлена математическая модель работы форвардера с учетом его технических и технологических отказов на различных стадиях работы, используемая при обучении студентов лесотехнического профиля. Разработанная математическая модель базируется на применении ТМО и критериев вероятностей состояний.

**Ключевые слова:** модель, форвардер, вероятность, технический отказ, параметры.

**Анотація.** Ігнатенко В.В., Леонов Е.А., Фірьян М.Д. Застосування математичного моделювання при підготовці інженера. У статті представлена математична модель роботи форвардера з урахуванням його технічних і технологічних відмов на різних стадіях роботи, яка використовується при навчанні студентів лісотехнічного профілю. Розроблена математична модель базується на застосуванні ТМО і критеріїв ймовірностей станів.

**Ключові слова:** модель, форвардер, ймовірність, технічну відмову, параметри.

**Abstract.** Ignatenko V.V., Leonov E.A., Fir'yan M.D. Use of mathematical modeling in the preparation of the engineer. The article presents a mathematical model of the work of a forwarder with regard to its technical and technological failures at various stages of work, which is used in training students of a forestry profile. The developed mathematical model is based on the application of queuing theory and criteria of probability states.

**Keywords:** model, forwarder, probability, technical denial, parameters.

Татьяна Каменева

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, г. Киев, Украина  
 tania@irtc.org.ua

### КОМПОНЕНТЫ ДИДАКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Е-ОБУЧЕНИЯ

Специфика электронной образовательной среды (ЭОС) существенно влияет на организацию учебного процесса в целом, меняет характер развития, приобретения и распространения знаний; открывает беспрецедентные возможности для обновления содержания обучения и методов преподавания и приводит к изменениям деятельности, как студента, так и преподавателя. Преподаватель выступает не в роли распространителя знаний и информации (как это традиционно принято), а в роли консультанта, помощника, партнера обучаемого и координатора познавательного процесса, а студент при этом – активный субъект учебного процесса, направленного на сознательное развитие соответствующих профессиональных компетенций. ЭОС требует перехода дидактической системы е-обучения на более высокий уровень сложности, однако практика е-обучения ушла далеко вперед в сравнении с разработкой научно-обоснованных специфических закономерностей и характерных условий формирования и функционирования компонентов