Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України на початок 2013-2014 навчального року / Державна служба статистики України. – К., 2014. – С.108.
Плинокос Д.Д. Державне регулювання експорту освітніх послуг вищими навчальними закладами України: автореферат на здобуття наукового ступеня к.е.н.: спец. 08.00.03 «Економіка і управління національним господарством». – Кіровоград, 2014. – С.14.
Плинокос Д.Д. Державне регулювання експорту освітніх послуг вищими навчальними закладами України: автореферат на здобуття наукового ступеня к.е.н.: спец. 08.00.03 «Економіка і управління національним господарством». – Кіровоград, 2014. – С.9.
QS World University Rankings 2014/15 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2014#sorting=rank+region=+country=207+faculty=+stars=false+search=
Табачник Д. Майже на кожному засіданні уряд розглядає питання освіти та науки: інтерв'ю Міністра освіти і науки [Електронний ресурс] / «Урядовий кур'єр» – 2013. – 155 (5041), 29 серпня. – Режим доступу: http://vnz.org.ua/statti/4420-dmytro-tabachnyk-majzhe-na-kozhnomu-zasidanni-urjad-rozgljadae-pytannja-osvity-ta-nauky.
Пименова Н. Ю. О стратегии продвижения российского образования на международный рынок [Электронный ресурс]. / Н.Ю. Пименова. – Режим доступа: http: // www.russia.edu.ru
Концепція експортування освітніх послуг України на період з 2014 по 2020 рік: проект / ДУ «Науково-дослідний інститут соціально-трудових відносин» Міністерства соціальної політики України. – Луганськ, 2014. - С.5-8.
Іноземні студенти в Україні: освіта чи експлуатація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http: // www.euroosvita.net/prog/print.http://www.niss.gov.ua/print.php?id.

УДК 330.4

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ МОДЕЛЕЙ ЭКОНОМИКИ И СОЦИОЛОГИИ ТРУДА

Полшков Ю.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры математики и математических методов в экономике Донецкого национального университета

Полшков Ю.М. Про математичне забезпечення моделей економіки та соціології праці.
Дана робота присвячена аналізу і критичному осмисленню економіко-математичних методів і моделей, що використовуються для вирішення завдань управління персоналом і економіки праці. Розглянуто моделі міжгалузевого балансу, лінійні, нелінійні та стохастичні моделі математичного програмування, моделі теорії ігор, мережеві моделі управління, моделі економетрії та часових рядів, системи масового обслуговування, моделі розподілу заробітної плати і методи моделювання рівня життя. Детально описана математична постановка соціально-економічних задач, вказані способи їх розв'язання, в тому числі, і за допомогою сучасних комп'ютерних систем і пакетів прикладних програм. Оскільки багато моделей носять випадковий характер, то запропоновані методики, що дозволяють по масивах статистичних даних виявляти стохастичні і регресійні закономірності поведінки соціально-економічних показників. Розроблені підходи покращують адекватність моделей, що впливає на якість прогнозування і планування в задачах економіки та соціології праці.
Ключові слова: математична модель, економіка і соціологія праці, оптимізаційні методи, випадкова величина, статистичні критерії узгодження.
Полшков Ю.Н. О математическом обеспечении моделей экономики и социологии труда.
Данная работа посвящена анализу и критическому осмыслению экономико-математических методов и моделей, используемых для решения задач управления персоналом и экономики труда. Рассмотрены модели межотраслевого баланса, линейные, нелинейные и стохастические модели математического программирования, модели теории игр, сетевые модели управления, модели эконометрии и временных рядов, системы массового обслуживания, модели распределения заработной платы и методы моделирования уровня жизни. Подробно описана математическая постановка социально-экономических задач, указаны способы их решения, в том числе, и с помощью современных компьютерных систем и пакетов прикладных программ. Так как многие модели носят случайный характер, то предложены методики, позволяющие по массивам статистических данных выявлять стохастические и регрессионные закономерности поведения социально-экономических показателей. Разработанные подходы улучшают адекватность моделей, что влияет на качество прогнозирования и планирования в задачах экономики и социологии труда.
Ключевые слова: математическая модель, экономика и социология труда, оптимизационные методы, случайная величина, статистические критерии согласия.
Polshkov Yu. On mathematical models ensuring of the economy and the sociology of work.
In this work analysis and made critical reflection of economic-mathematical methods and models that are used for solving the problems of personnel management and labor economics. We have considered the input-output model, linear, nonlinear and stochastic models in mathematical programming, game theory models, network management model, models and time series econometrics, queuing systems, models the distribution of wages and living standards of modeling techniques. The article describes the mathematical formulation of socio-economic problems. Author of the study pointed out ways to solve problems analytically and with the help of modern computer systems and software packages. Many models contain random components. In this paper we propose techniques that allow for arrays of statistics and stochastic regression to identify patterns of behavior of socio-economic indicators. In this research study developed approaches that improve the adequacy of the models. Such methods are well affect the quality of forecasting and planning problems in the economy and the sociology of work.
Keywords: mathematical model, economics and sociology of work, optimization methods, the random variable, the statistical criteria for the agreement.

Постановка проблемы. Конец XX и начало XXI века характерны тем, что задачи управления персоналом, социальной и кадровой политики стали рассматриваться в качестве объекта математического моделирования. Этим задачам присущи основные свойства социально-экономических систем, описанные в учебном пособии [1, с. 9-13]. Важнейшими свойствами являются: целостность, синергетичность, массовый характер, динамичность, стохастичность, взаимодействие с экономической средой, активная реакция на воздействия извне.

Не все из перечисленных свойств достаточно хорошо изучены. Кроме того, в моделях управления персоналом и экономики труда социальная составляющая более важна, чем в других областях экономического анализа [2, с. 11-15].

Актуальность исследования обусловлена недостаточной проработкой стохастического характера основных социально-экономических показателей. Грамотное использование аппарата теории вероятностей, математической статистики, теории случайных процессов, теории массового обслуживания необходимо для создания адекватных математических моделей.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросами математического моделирования в экономике и социологии труда занимались многие учёные. Среди авторов учебников и учебных пособий следует выделить Федосеева В.В., Ерёмину Н.М., Маршалову В.П., Орлову И.В., Половникова В.А., Попова Л.А., Райцина В.Я., Шлендера П.Э., Эриашвили Н.Д., Френкель А.А. и др. По данной тематике опубликовано большое количество статей в научных журналах. На этом поприще оставили свой след Ануфриев И.К., Бурков В.Н., Вилкова Н.Н., Ранацкая С.Т., Баева Н.Б., Бондаренко Ю.В., Балашов Ю.К., Коваль А.Г., Блинов А.О., Новиков Д.А., Щепкин А.В., Бушуева Л.И., Жданкина Н.А., Караваев А.П., Мазманова Б.Г., Цветков А.В., Оганесян А.С., Попов Д.Е., Чернышова Н.А., Христиановский В.В., Щербина В.П., Миронова Е.М. и др.

Выделение нерешённой проблемы. Рынок труда – это социально-экономическая система со сложными причинно-следственными связями, которые не являются детерминированными. Без всякого сомнения, факторы влияния имеют стохастический характер. Для учёта случайной природы показателей необходимы современные вероятностные методы, которые на данном этапе математического моделирования задач экономики и социологии труда задействованы в недостаточной мере.

Цель исследования заключается в масштабном осмыслении математических моделей, позволяющих прогнозировать сферу управления персоналом и экономики труда. Экономико-математические методы и модели будут критически проанализированы. Планируется предложить новые исследовательские подходы, позволяющие учитывать нестабильность современной социально-экономической среды, факторы неопределённости и риска.

Результаты исследования. Перечислим основные типы математических моделей, которые обычно используют для решения задач экономики и социологии труда.

Первая группа – балансовые модели. Они относятся к матричным экономико-математическим моделям, в которых балансовый метод получил строгое математическое выражение. Такие модели объединяет не только общий матричный принцип построения и единство системы расчётов, но и аналогичность экономических характеристик отдельных разделов. Это позволяет рассматривать структуру, содержание и основные зависимости матричных моделей на примере широко распространенной модели межотраслевого баланса (МОБ) производства и распределения продукции в рамках национальной экономики. Баланс отражает производство и распределение общественного продукта в отраслевом разрезе, межотраслевые производственные связи, использование материальных и трудовых ресурсов, создание и распределение национального дохода.

Основоположником балансового метода является американский экономист русского происхождения В. Леонтьев. Ему удалось в 1936 г. сформулировать основные принципы математических моделей МОБ, допускающие широкие возможности анализа. В 1963 г. В. Леонтьеву была присуждена Нобелевская премия в области экономики. Общая постановка задачи МОБ и её различные модификации подробно описаны в [1, с. 14-41].

МОБ часто применяют для анализа трудовых показателей. С помощью балансовых моделей определяют прямые и полные затраты труда на единицу продукции. В т.н. продуктово-трудовых моделях основой служит отчётный межпродуктовый баланс в натуральном выражении, в котором по строкам представлено распределение каждого отдельного продукта на производство других продуктов и конечное потребление. В отдельной строке приведены затраты живого труда в производстве всех видов продукции. Доступный пример имеется в [2, с. 103-106].

Вторая группа – это модели, описываемые задачами математического программирования. Наиболее типичными из них являются задача оптимального выпуска продукции, транспортная задача, задача о рационе питания, задача о назначениях [1, с. 42-49].

Иногда классические задачи линейного программирования трансформируются в задачи нелинейного программирования [3].

Пусть однородный товар (картофель) хранится на n складах (овощехранилищах) с запасами $b_1,\ b_2,\dots,\ b_n$ единиц товара (тонн). Товар со складов получают p потребителей (магазинов) с потребностями $e_1,\ e_2,\dots,\ e_p$. Обозначим через d_{jk} ($j=\overline{1,n}$, $k=\overline{1,p}$) стоимость доставки единицы товара с j-го склада k-му потребителю. Причём совокупная стоимость d_{jk} включает цену транспортировки и цену хранения единицы товара на складе.

Предположим, что неизвестные величины y_{jk} ($j=\overline{1,n}, k=\overline{1,p}$) обозначают объёмы планируемых перевозок с j-го склада k-му потребителю. Введём W – общую стоимость доставки товара со складов потребителям.

В стандартной линейной модели обычно предполагают, что цены хранения единицы товара на складе постоянны и включают их общую стоимость перевозок. На самом деле цена хранения может быть переменной. Она может возрастать (например, с увеличением времени хранения) или, наоборот, по каким-то причинам уменьшаться. Такие допущения приводят к задачам нелинейного программирования.

Предположим, что совокупные стоимости доставки единицы товара, включающие цену хранения, зависят от объёмов планируемых перевозок и определяются выражением $d_{jk}+l_{jk}\cdot y_{jk}$ ($j=\overline{1,n}, k=\overline{1,p}$). Здесь l_{jk} – это коэффициент изменения стоимости, который в зависимости от ситуации может быть как положительным, так и отрицательным. Например, $l_{jk}<0$ может означать следующее. Отгружая большие объёмы y_{jk} товара со складов, стоимость их хранения уменьшается. А это влечёт, в свою очередь, к снижению совокупной стоимости расходов на транспортировку и хранение. Если же, поступивший на склад товар нуждается в сортировке, первичной переработке, упаковке и т.п., то $l_{jk}>0$. Это приводит к увеличению совокупных расходов.

Общий вид модели данной транспортной задачи будет таким:

$$W=\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}(d_{jk}+l_{jk}\cdot y_{jk})y_{jk}\to\min, \tag{1}$$

$$\begin{cases}\sum_{k=1}^{p}y_{1k}=b_1,\ \sum_{k=1}^{p}y_{2k}=b_2,\dots,\sum_{k=1}^{p}y_{nk}=b_n,\\ \sum_{j=1}^{n}y_{j1}=e_1,\ \sum_{j=1}^{n}y_{j2}=e_2,\dots,\sum_{j=1}^{n}y_{jp}=e_p,\end{cases} \tag{2}$$

$$y_{jk}\ge 0\ (j=\overline{1,n};\ k=\overline{1,p}). \tag{3}$$

Модель (1)-(3) является нелинейной. Это задача квадратичного программирования. Для её решения можно воспользоваться компьютерной математической системой «WinQSB» – Windows Quantitative System for Business, которая содержит подсистему «Quadratic and Integer Quadratic Programming». Ещё более эффективным будет применение надстройки «Поиск решения» в «Microsoft Excel».

Задачами линейного программирования являются т.н. задачи кратчайших (наиболее дешёвых) маршрутов [3]. Доставка товаров, туризм, освоение рекреационных ресурсов, охрана окружающей среды, здравоохранение – это далеко не полный список сфер применения подобных моделей. При разработке соответствующих проектов приходится решать задачи комбинаторной оптимизации.

Пусть имеется n объектов. Стоимость проезда между ними обозначим через $a_{ij}(\omega)$ ($i, j = \overline{1,n}$, $i \neq j$) и будем её считать непрерывной случайной величиной, для которой имеются статистические данные. Это связано со следующими обстоятельствами: а) ремонт участка дороги и необходим объезд; б) пробки на дорогах; в) стиль вождения автомобиля и т.п. Если прямого маршрута между объектами i и j не существует, то $a_{ij}(\omega) = \infty$. Кроме того, $a_{ii}(\omega) = \infty$. Постановку задачи удобно записывать с помощью табл. 1.

Табл. 1. Матрица стоимостей проезда

i \ j	1	2	…	n
1	∞	$a_{12}(\omega)$	…	$a_{1n}(\omega)$
2	$a_{21}(\omega)$	∞	…	$a_{2n}(\omega)$
…	…	…	…	…
n	$a_{n1}(\omega)$	$a_{n2}(\omega)$	…	∞

Экспедитор, выехав с какого-либо объекта, должен посетить все объекты, побывав на каждом только один раз, и вернуться в исходный. Требуется определить такую последовательность объезда (кольцевой маршрут), чтобы общая стоимость проезда $Z(\omega)$ была наименьшей.

Для записи задачи вводят булевы переменные:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ åñëè ýêñï åäèòî ð ñëåäóåò î ò î áúåêòà } i \text{ ê î áúåêòó } j \ (i, j = \overline{1,n}), \\ 0, \text{ â ï ðî òèâí î ì ñëó÷àå.} \end{cases}$$

Целевая функция имеет вид

$$Z(\omega) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}(\omega) \cdot x_{ij} \to \min, \quad (4)$$

при выполнении следующих ограничений

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \ j = \overline{1,n} \text{ (приезд на объект } j\text{)}, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, \ i = \overline{1,n} \text{ (отъезд от объекта } i\text{)}. \quad (6)$$

Модель (4)-(6) – это стохастическая задача линейного программирования. Стохастическую постановку задачи можно свести к детерминированному случаю, если взять от целевой функции (4) математическое ожидание:

$$M[Z(\omega)] = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} M[a_{ij}(\omega)] \cdot x_{ij} \to \min.$$

Адекватность модели будет зависеть от выбора функции распределения вероятностей $F(x)$ случайных величин $a_{ij}(\omega)$ ($i, j = \overline{1,n}$, $i \neq j$). О способах определения функции $F(x)$ речь пойдёт в завершающей части данной статьи.

Типичной задачей линейного программирования является оптимизационная модель использования фонда рабочего времени [2, с. 48-49].

Рассмотрим m однотипных предприятий, которые производят n видов продукции. Известны: a_i – фонд рабочего времени (например, в человеко-сменах) i-го предприятия ($i = \overline{1,m}$); b_j – потребность в продукции j-го вида ($j = \overline{1,n}$); p_{ij} – количество продукции j-го вида, произведённой в единицу рабочего времени (смену) на i-м предприятии; c_{ij} – себестоимость производства одной единицы продукции j-го вида на i-м предприятии.

Обозначим через x_{ij} – неизвестный объём производства продукции j-го вида на i-м предприятии. Тогда неизвестная матрица $X = \left(x_{ij}\right)_{m \times n}$ – совокупный план производства. Пусть $Z = Z(X)$ – суммарные производственные затраты.

Требуется составить такой план X, чтобы в рамках имеющегося фонда рабочего времени произвести нужное количество продукции с минимальными суммарными затратами. Математическая модель будет следующей:

$$Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \cdot x_{ij} \to \min, \quad (7)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} \frac{x_{ij}}{p_{ij}} \le a_i \quad (i = \overline{1,m}), \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1,n}). \end{cases} \tag{8}$$

$$x_{ij} \ge 0 \ (i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n}). \tag{9}$$

Задачу (7)-(9) можно решить симплекс-методом. Для этого рекомендуется использовать надстройку «Поиск решения» в «Microsoft Excel». Интересующееся также могут ознакомиться в [2, с. 49-50] с задачей оптимизации численности персонала.

В трудовых отношениях часто возникают конфликтные ситуации двух сторон (например, профсоюза и работодателя). Такие ситуации удобно моделировать с помощью методов теории игр [4]. Именно такого рода модели образуют третью группу моделей.

Приведём пример матричной игровой модели. Пусть в качестве первого игрока выступает отраслевой профсоюз, который представляет интересы трудового коллектива. Второй игрок – юридическая служба работодателя. Конфликт разбирается в суде. Первый игрок имеет m стратегий поведения, второй – n стратегий.

Игру рассматривают с точки зрения одного из игроков (например, профсоюза). Под выигрышем будем понимать выигрыш первого игрока, который является одновременно проигрышем для второго. Выигрыш $b_{ij}(\omega)$ ($i = \overline{1,m}$; $j = \overline{1,n}$) – это размер денежной компенсации, который получит профсоюз, применив i-ю стратегию, при ответной j-й стратегии работодателя. Под выплатой $b_{ij}(\omega)$ можно понимать непрерывную случайную величину, т.к. она заранее неизвестна и её определяют в судебном порядке.

Переход от стохастической задачи к детерминированной можно осуществить с помощью математических ожиданий $a_{ij} = M[b_{ij}(\omega)]$ ($i = \overline{1,m}$; $j = \overline{1,n}$), под которыми понимают средний размер выигрыша. Понятно, что математическое ожидание зависит от закона распределения вероятностей случайной величины, о способах определения которого мы поговорим в конце статьи.

Далее будем иметь дело с платёжной матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Оптимальная стратегия обеспечивает игроку при многоразовом повторения игры максимально возможный средний выигрыш V, который называют ценой игры. Решить игру в чистых стратегиях – означает найти оптимальную стратегию для каждого игрока и цену игры. Решение находят с помощью метода максимина и минимакса.

Первый игрок, не зная достоверно поведение второго, для каждой своей стратегии i определяет минимальный (т.е. гарантированный) выигрыш $\alpha_i = \min_j a_{ij}$. Среди чисел α_i выбирают максимальный элемент:

$$\max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij} = \alpha .$$

Число α называется нижней чистой ценой игры или максимином. Номер строки i_0, в которой находится α, определит номер предпочтительной стратегии первого игрока.

Для каждой стратегии j второго игрока выбираем максимальные элементы $\beta_j = \max_i a_{ij}$. Определяем среди чисел β_j минимальный элемент:

Число β – верхняя чистая цена игры или минимакс. Номер столбца j_0, в котором находится β, определяет номер предпочтительной стратегии второго игрока.

По теореме о максимине и минимаксе для любой матричной игры двух лиц с нулевой суммой и ценой игры V имеет место неравенство: $\alpha \le V \le \beta$. Если же в игре с матрицей A нижняя и верхняя чистые цены игры совпадают, то игра имеет седловую точку в чистых стратегиях и чистую цену игры $V*$:

$$V* = \alpha = \beta .$$

На практике далеко не все платёжные матрицы имеют седловые точки, т.е. не любая матричная игра имеет оптимальные чистые стратегии. В подобном случае применяют не чистые, а смешанные стратегии. Т.е. первый игрок применяет свои m стратегий с определёнными вероятностями. Вектор вероятностей $X = (x_1; x_2; \dots; x_m)$ неизвестен, причём $x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1$. Для второго игрока неизвестен вектор вероятностей $Y = (y_1; y_2; \dots; y_n)$, с которыми он принимает свои стратегии, где $y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1$.

Векторы X и Y – смешанные стратегии первого и второго игроков, соответственно. Согласно основной теореме матричных игр (теорема фон Неймана) любая матричная игра двух лиц с нулевой суммой имеет решение в виде смешанных стратегий.

Задачи подобного рода хорошо изучены [4]. Проблема сводится к задаче линейного программирования:

$$Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m \to \min ,$$

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + ... + a_{m1}t_m \geq 1, \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + ... + a_{m2}t_m \geq 1, \\ .... \\ a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + ... + a_{mn}t_m \geq 1, \end{cases}$$

$$t_i \geq 0 \ (i = \overline{1, m}).$$

Здесь $t_1 = \frac{x_1}{V}, t_2 = \frac{x_2}{V}, ..., t_m = \frac{x_m}{V}, Z = \frac{1}{V}$. Аналогично для второго игрока, сделав замену переменных $w_1 = \frac{y_1}{V}, w_2 = \frac{y_2}{V}, ..., w_n = \frac{y_n}{V}, F = \frac{1}{V}$, получим вторую задачу линейного программирования:

$$F = w_1 + w_2 + ... + w_n \to \max,$$

$$\begin{cases} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + ... + a_{1n}w_n \leq 1, \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + ... + a_{2n}w_n \leq 1, \\ .... \\ a_{m1}w_1 + a_{m2}w_2 + ... + a_{mn}w_n \leq 1, \end{cases}$$

$$w_j \geq 0 \ (j = \overline{1, n}).$$

Первая и вторая задачи являются двойственными задачами линейного программирования. В Microsoft Excel такие задачи решают с помощью надстройки «Поиск решения».

Сделав обратную замену переменных, запишем оптимальные смешанные стратегии игроков X^* и Y^*, а также чистую цену игры V^*. Найденный вектор вероятностей X^* – это рекомендация для профсоюза, как корректировать свои действия в борьбе за права трудового коллектива.

Ремонт, новое строительство, реконструкция и модернизация объектов требуют календарной увязки большого числа взаимосвязанных работ, выполняемых различными организациями. Составление и анализ календарных планов представляют собой довольно сложную задачу.

Опишем четвёртую группу моделей, которые использует методы сетевого управления. Они дают возможность определить следующее. Во-первых, какие работы или операции из числа многих, составляющих проект, являются «критическими» по своему влиянию на общую календарную продолжительность проекта. Во-вторых, каким образом построить наилучший календарный план проведения всех работ проекта, чтобы выдержать заданные сроки при минимальных затратах. Отметим актуальность такого проектирования для современного Донбасса, на территории которого идут боевые действия.

Сетевые модели предназначены для планирования и управления сложными комплексами работ (проектами), направленными на достижение определённой цели в заданные сроки. Традиционными подходами являются CPM (Critical Path Method – метод критического пути) и PERT (Program Evaluation and Review Technique – метод анализа и оценки программ), которые можно отнести к задачам линейного программирования.

Последние работы в области математических методов исследования операций [5] показали, что при решении сложных сетевых задач линейных зависимостей недостаточно. Рассмотрение реальных социально-экономических ситуаций требует наиболее полного и точного учёта зависимостей между факторами, влияющими на критерий эффективности. Это приводит к построению нелинейных экономико-математических моделей.

Пятая группа моделей экономики и социологии труда – это эконометрические модели. К ним примыкают методы экономико-математического анализа и прогнозирования трудовых показателей на основе временных рядов. Отдельно проводят анализ сезонных колебаний численности персонала [2, с. 52-73].

В своей статье [6] автор рассматривал секторальные эконометрические модели, в которые входили производственные функции.

Пусть через t обозначена длительность временного периода, X_t – объём выпуска продукции в секторе, K_t – стоимость основных производственных фондов, L_t – число занятых в производственной сфере. В рамках модели предполагалось, что на время рассмотрения технологический уклад остаётся неизменным и задаётся производственной функцией Кобба-Дугласа:

$$X_t = A \cdot K_t^{\alpha} \cdot L_t^{\beta}. \quad (10)$$

Неизвестные числовые параметры A, α и β находят методом наименьших квадратов, предварительно прологарифмировав и сделав замены переменных в обеих частях уравнения (10).

Предполагалось, что общее число занятых L_t имеет постоянный темп прироста ν (при $\nu > 0$ происходит увеличение численности занятых, при $\nu < 0$ – уменьшение), L_0 – количество занятых в начале временного периода:

$$L_t = L_0 \cdot e^{\nu t}. \quad (11)$$

Эконометрическая модель (10)-(11) позволяет рассчитать и проанализировать среднюю производительность труда, среднюю фондоотдачу, предельную производительность труда, предельную фондоотдачу, эластичность выпуска продукции по затратам труда, эластичность выпуска продукции по производственным фондам, потребность в ресурсах труда, потребность в производственных фондах, фондовооружённость труда, предельную норму замещения затрат труда производственными фондами, эластичность замещения ресурсов. Модель (10)-(11) позволяет строить прогнозы и планировать социально-экономическую деятельность.

Шестая группа моделей – системы массового обслуживания в задачах организации и нормировании труда [2, с. 109-120]. В таких системах рассматриваются массовые запросы на выполнение каких-либо услуг, а в ответ происходит удовлетворение этих запросов.

В качестве седьмой группы можно указать модели распределения заработной платы и методы моделирования уровня жизни [2, с. 129-142]. Считается, что для этих целей наиболее подходящей является логарифмически нормальная (логнормальная) модель. В ней допускается, что заработная плата – это непрерывная случайная величина с логнормальной плотностью распределения вероятностей. Здесь же следует упомянуть модели интегрированных характеристик жизненного уровня, модели распределения фонда оплаты по труду, модели семейных доходов, модели распределения общественных фондов потребления, модели денежных сбережений и имущественных накоплений, модели потребления и спроса, модели социально-демографической структуры потребителей, модели дифференцированного баланса доходов и потребления семей.

Очевидно, что экономико-математических моделей, описывающих поведение социально-трудовых систем великое множество. В данной статье выделены, на взгляд автора, основные семь групп моделей. Что же у них общего? Какие вопросы нужно решать постоянно?

При разработке моделей управления персоналом и экономики труда мы имеем дело с обширной статистикой разных социально-экономических показателей. Можно предположить, что почти любой из таких показателей носит случайный характер.

Автор предлагает не довольствоваться расчётными статистическими характеристиками (выборочными средним, дисперсией, начальными и центральными моментами), а пытаться по статистическим данным установить вероятностные закономерности поведения случайных величин. Для этих целей следует использовать критерии согласия.

Критерием согласия [7, с. 219-225] называют критерий проверки гипотезы о предполагаемом законе неизвестного распределения вероятностей какого-либо показателя. На основании статистических данных нам предстоит проверить гипотезу о том, что случайный показатель X подчиняется некоторому закону распределения. Этот закон может быть задан в виде функции распределения $F(x)$ или в виде совокупности вероятностей p_i , где p_i – вероятность того, что X попадет в пределы i-го интервала. Т.е. относительно теоретической функции распределения $F(x)$ выдвигаются простая нулевая гипотеза $H_0 : F(x) = F_0(x)$ и сложная конкурирующая гипотеза $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$.

Будем использовать критерий Пирсона, который применим для любого типа распределения. Итак, пусть проведена серия опытов, в результате которой получена выборка объема n . По выборке составлено статистическое распределение (табл. 2).

Табл. 2. Статистическое распределение

Значение показателя x_i	x_1	x_2	$\cdots$	x_s
Эмпирическая частота n_i	n_1	n_2	$\cdots$	n_s

Заметим, что табл. 2 характеризует как дискретный, так и непрерывный случайные показатели. Для непрерывного показателя в качестве x_i берут середину интервала попадания.

Понятно, что $\sum_{i=1}^{s} n_i = n$. Кроме того, в предположении конкретного распределения мы оценим частоты n_i' теоретического распределения. Значимым или незначимым будет расхождение эмпирических и теоретических частот?

Далее вычисляют наблюдаемое значение критерия Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{s} \frac{(n_i - n_i')^2}{n_i'} .$$

Задают уровень значимости α и рассчитывают количество степеней свободы

$$k = s - 1 - r ,$$

где s – число групп (частичных интервалов) выборки, r – число параметров предполагаемого распределения. Параметры оцениваются по данным выборки.

По известным α и k находят табличное (критическое) значение $\chi^2(\alpha;k)$. Если окажется, что $\chi^2 > \chi^2(\alpha;k)$, то нет оснований отвергать нулевую гипотезу о предполагаемом законе распределении вероятностей случайного показателя X.

Выводы и предложения.

В данной статье систематически изложены экономико-математические методы и модели, служащие решению задач управления персоналом и экономики труда. Выделено семь групп оптимизационных моделей: балансовые модели, модели математического программирования, теоретико-игровые модели, модели сетевого управления, эконометрические модели, модели систем массового обслуживания, модели распределения заработной платы и методы моделирования уровня жизни. Практически все модели содержат элементы неопределённости и риска.

Предлагается по статистическим данным устанавливать вероятностные закономерности поведения случайных социально-экономических показателей. Для этих целей следует использовать статистические критерии согласия.

Описанные методики позволяют разрабатывать более адекватные математические модели. Эти модели будут полезны для прогнозирования и последующего планирования в области экономики и социологии труда.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Экономико-математические методы и модели: практика применения в курсовых и дипломных работах: [учеб. пособ.] / В.В. Христиановский, Т.В. Нескородева, Ю.Н. Полшков; под ред. В.В. Христиановского. – Донецк: ДонНУ, 2012. – 324 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 302-308. – ISBN 978-966-639-518-7.
2. Федосеев В.В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: [учеб. пособ.] / [В.В. Федосеев]. – М.: Вузовский учебник, 2005. – 144 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 143. – ISBN 5-9558-0022-0.
3. Полшков Ю.Н. О современных подходах экономико-математического моделирования в маркетинге // Вісник Донецького національного університету. Серія В. Економіка і право. Спецвипуск, том 2. – Донецьк: ДонНУ, 2012. – С. 199-207.

4. Полшков Ю.Н. Некоторые вопросы математического моделирования в задачах маркетинга // Вісник Донецького національного університету. Серія В. Економіка і право. – 2012. – № 1. – С. 150-153.
5. Полшков Ю.Н. Об инновационных проектах в санаторно-курортной зоне Азовского побережья и их математическом обеспечении // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. – Збірник наукових праць. – Маріуполь: ДВНЗ „ПДТУ”. – 2011. – Т. 2. – С. 27-32.
6. Полшков Ю.Н. О математическом моделировании национальной экономики и международной торговле // Прикладна статистика. Актуарна та фінансова математика. – 2009. – №1-2. – С. 49-58.
7. Теория вероятностей и математическая статистика с применением информационных технологий: [учеб. пособ.] / М.И. Медведева, Е.Г. Новожилова, Ю.Н. Полшков, Н.В. Румянцев. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 331 с.: ил., табл. – Библиогр.: с. 312-314.

УДК

ДОСЛІДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Синиченко А.В., ст.викладач кафедри менеджменту ДонНУ

Синиченко А.В. Дослідження інноваційного потенціалу національної економіки
У статті структуровані якісні характеристики та властивості інноваційного потенціалу національної економіки, проаналізовано підходи до визначення інноваційного потенціалу та виділено три основні групи поняття інноваційний потенціал, проаналізовано взаємозв'язки ресурсних елементів інноваційного потенціалу та запропонована матриця стану інноваційного потенціалу національної економічної системи.
Ключові слова: інноваційний потенціал, національна економіка, ресурсні складові, властивості потенціалу
Синиченко А.В. Исследование инновационного потенциала национальной экономики
В статье структурированы качественные характеристики и свойства инновационного потенциала национальной экономики, проанализированы подходы к определению инновационного потенциала и выделены три основные группы понятия инновационный потенциал, проанализированы взаимосвязи ресурсных элементов инновационного потенциала и предложена матрица состояния инновационного потенциала национальной экономической системы.
Synychenko A. Research of the innovation potential of the national economy.
Qualitative characteristics and innovative potential properties of national economy have been structured in the article, the approaches of defining innovative potential have been analyzed and three main groups of the innovative potential notion are distinguished, the correlations between resource elements and innovative potential have been traced and the matrix of the national economic system innovative potential has been suggested.

У розвинених країнах інноваційний потенціал високо цінується, розглядається як джерело економічного розвитку і є найважливішою складовою національного багатства. Проблеми формування, функціонування та використання інноваційного потенціалу актуальні для України, так як недооцінка інноваційного потенціалу, його недостатнє використання, ускладнюють реалізацію позначеної урядом країни стратегії формування національної інноваційної системи та стримують процес розвитку конкурентоспроможної, соціально орієнтованої ринкової економіки.

Питання розвитку економічних систем на основі використанні іноваційного потенціалу розглядалось в роботах українських вчених і фахівців-практиків таких як Матросова Л. В., Овєчкина О. А., Іванова К. В., Мартюшева Л.С., Калишенко В.О., Максимов В.В [1,8,10], але ця проблема потребує більш детальнішого вивчення.

В процесі визначення сутності будь-якого виду потенціалу національної економічної системи фіксується той факт, що перший сам є складною системою взаємодіючих елементів, які можуть певною мірою заміщати один одного (бути альтернативними і динамічними). Потенціал у вищих формах його виявлення може самостійно адаптуватися та еволюціонувати з появою нових складових і за умови збалансованого оптимального співвідношення між ними [1]. Розглядаючи сутність процесу формування потенціалу на національному рівні з урахуванням того, що він сам є ієрархічною системою, слід докладніше визначити властивості та якості, притаманні системі взагалі.

На наш погляд, доцільно розрізняти якісні характеристики системи на рівнях сутності (якість системи) та прояву (набір властивостей). Під якістю системи розуміється суттєва визначеність предмету, завдяки чому він є даним, а не іншим предметом. Якість предмету пов’язана з предметом як цілим, охоплюючи його повністю і обумовлюючи його певні властивості. Властивість – це сторона предмету, що підкреслює його відмінність або подібність до інших предметів та виявляється у взаємодії з ними. Кожен предмет володіє певною кількістю властивостей, єдність яких характеризує його якість [2, с. 186-187, 401].

Враховуючи вищесказане, представлений перелік якісних характеристик і властивостей потенціалу національної економіки [1] можна структурувати, виділивши якості системи, властивості І-го та ІІ-го порядку (табл. 1).

Таблиця 1

Якості і властивості системи І-го та ІІ-го порядку

Якості системи	Властивості системи	
	І порядку	ІІ порядку
Гіперкомплексність	Складність	Мультивалентність
	Багатоаспектність	Альтернативність
	Цілісність	Стаціонарність
Динамізм	Невизначеність поведінки	Адаптаційність
		Стійкість
	Нелінійність	Стохастичність
		Еволюційність
		Гнучкість
		Граничність
		Мультивалентність
Емерджентність	Структурність	
	Ієрархічність	
	Протиентропійність	
Синергізм	Цілевизначеність (телеономічність)	Мультиплікативність
		Комбінаторність