УДК 378.1: 517.9

ИЗ ОПЫТА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ АСПИРАНТОВ НА БАЗЕ ОСВОЕНИЯ МЕТОДОВ ТЕОРИИ ИГР

Данилов А.М.

д.т.н., профессор

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Пенза, Россия

Гарькина И.А.

д.т.н., профессор

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Пенза, Россия

Аннотация. Рассматривается формирование компетенций в подготовке аспирантов по направлению 38.06.01 - Экономика при изучении дисциплины «Математическое моделирование». Повышенное внимание уделяется использованию методов теории игр и алгоритмов решения прикладных задач профессиональной направленности. Показывается, что умение применять методы решения стратегических игр способствует анализу и исследованию экономических систем различного масштаба.

Ключевые слова: подготовка научных кадров, аспиранты, компетенции, формирование, практические методы

FROM EXPERIENCE OF FORMATION OF COMPETENCES BY TRAINING GRADUATE STUDENTS ON THE BASIS OF METHODS OF GAME THEORY

Danilov A.M.

doctor of technical sciences, professor

Penza State University of Architecture and Construction

Penza, Russia

Garkina I.A.

doctor of technical sciences, professor

Penza State University of Architecture and Construction

Penza, Russia

Annotation. The formation of competencies in the preparation of graduate students in the direction 38.06.01 - Economics in the study of the discipline "Mathematical modeling" is considered. Special attention is paid to the use of methods of game theory and algorithms for solving applied problems of professional orientation. It is shown that the ability to apply methods of solving strategic games contributes to the analysis and research of economic systems of various scales.

Keywords: scientific training, graduate students, competence, formation, practical methods

Компетенция определяется как личностная способность специалиста решать определённый класс профессиональных задач [1…3]; их формирование во многом зависит от умения анализировать различные практические ситуации в выбранной сфере деятельности. Так, при подготовке аспирантов (в частности, по направлению 38.06.01 - Экономика) целесообразно при изучении дисциплины «Математическое моделирование» использовать методы статистических игр (стратегические игры имеют ряд существенных отличий от матричных игр). Они фактически являются задачами линейного программирования. Действительно, пусть $\|a_{ij}\|_{m\times n}$ не содержит седловой точки и решение игры представлено в смешанных стратегиях $\mathbf{p}_A = (x_1, x_2, \ldots, x_m), \mathbf{p}_B = (y_1, y_2, \ldots, y_n)$.

Оптимальные стратегии игроков должны удовлетворять условиям

$$\begin{array}{ll} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \ldots + a_{m1}x_m \geq v, & a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \ldots + a_{1n}y_n \leq v, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{m2}x_m \geq v, & a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \ldots + a_{2n}y_n \leq v, \\ \ldots & \ldots \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \ldots + a_{mn}x_m \geq v; & a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \ldots + a_{mn}y_n \leq v; \end{array}$$

$$x_1 + x_2 + \ldots + x_m = 1;$$
$$y_1 + y_2 + \ldots + y_n = 1;$$
$$x_i \geq 0, i = \overline{1,m}; y_j \geq 0, \ j = \overline{1,n}; v > 0.$$

Элементы платежной матрицы предполагаются положительными, что всегда можно сделать, тогда $v > 0$.

Введем

$$t_i = \frac{x_i}{v}, u_j = \frac{y_j}{v}, i = \overline{1,m}, \ j = \overline{1,n};$$

$$f = t_1 + t_2 + \cdots + t_m; \left(f = \frac{1}{v}\sum_{i=1}^{m} x_i = \frac{1}{v} \right);$$

$$\varphi = u_1 + u_2 + \cdots + u_n; \left(f = \frac{1}{v}\sum_{j=1}^{n} y_j = \frac{1}{v} \right).$$

Так как игрок A стремится максимизировать цену игры v, то обратная величина $\frac{1}{v}$ будет минимизироваться. Поэтому оптимальная стратегия игрока A определится из задачи линейного программирования следующего вида найти минимальное значение функции $f = t_1 + t_2 + \cdots + t_m$ при ограничениях:

$$a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \ldots + a_{m1}t_m \geq 1,$$
$$a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \ldots + a_{m2}t_m \geq 1,$$
$$\ldots$$
$$a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + \ldots + a_{mn}t_m \geq 1;$$
$$t_i \geq 0,\ i = \overline{1, m}.$$

Оптимальная смешанная стратегия игрока B определится решением задачи – найти максимальное значение функции $\varphi = u_1 + u_2 + \cdots + u_n$ при ограничениях

$$a_{11}u_1 + a_{21}u_2 + \ldots + a_{1n}u_n \leq 1,$$
$$a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \ldots + a_{2n}u_n \leq 1,$$
$$\ldots$$
$$a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \ldots + a_{mn}u_n \leq 1;$$
$$u_j \geq 0,\ j = \overline{1, n}.$$

Решив пару двойственных задач симплексным методом, определим оптимальные значения t_i^*, u_j^*. Компонентами оптимальной стратегии игрока A будут $x_i^* = \frac{1}{v} t_i^*, i = \overline{1, m},\ v = \frac{1}{\sum_i t_i^*}$. Оптимальная стратегия игрока B определится значениями $y_j^* = \frac{1}{v} u_j^*,\ j = \overline{1, n}.$

В основе теории стратегических игр лежит гипотеза о противоположности интересов двух игроков: каждый из игроков стремится выбрать свою стратегию, исходя из получения наибольшей выгоды и сведения до минимума выгоды противника; каждый игрок действует активно и стремится по возможности использовать свою оптимальную стратегию. Во многих практических случаях приходится сталкиваться и со случаями, когда один из игроков оказывается нейтральным (не стремится извлечь для себя максимальной выгоды, не обращая в свою пользу ошибки, совершаемые противником). В таких играх одним из игроков является Природа (совокупность внешних обстоятельств, в которых принимается решение); противником является статистик, участвующий в игре против природы. Если бы человек точно знал законы природы, он мог бы их использовать с максимальной для себя выгодой (обычно человек законы природы не знает или знает недостаточно полно). Неизбежной платой за попытку получить решение в условиях неполной информации о законах природы является возможность принятия ошибочных явлений. Здесь требуется выработать такую стратегию принятия решений, которая, не исключая возможности принятия неправильных решений, сводит к минимуму связанные с этим нежелательные последствия. В играх с природой игрок A (человек) стремится действовать осмотрительно, например, использовать минимаксную стратегию, позволяющую получить наименьший проигрыш. Природа (игрок В) действует случайно; возможные стратегии определяются как состояния природы (объем перевозок, сочетание производственных факторов, спрос на определенную продукцию, погодные условия и т.д.). В некоторых задачах можно задать распределение вероятностей для состояния природы, в других случаях – оно неизвестно. Условия игры задаются в виде матрицы $\|a_{ij}\|_{m\times n}$, где a_{ij}- выигрыш статистика, если он использует стратегию A_i при состоянии природы $П_j$.

Платежную матрицу часто представляют в виде таблицы (табл.1).

Таблица 1. Платежная матрица

Стратегии статистика	Состояние природы				Средний выигрыш
	$П_1$	$П_2$	…	$П_n$	
A_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1n}	$\bar{a}_1$
A_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2n}	$\bar{a}_2$
…	…	…	…	…	…
A_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mn}	$\bar{a}_m$

			…		
y_j	y_1	y_2	…	y_n	

Иногда при решении статистической игры используется матрица рисков (табл.2), элементы r_{ij} матрицы рисков равны разности между максимально возможным выигрышем и тем выигрышем, который статистик получит в тех же условиях Π_j, применяя A_i, то есть $r_{ij} = \beta_j - a_{ij}$, где $\beta_j = \max_i a_{ij}$.

Таблица 2. Матрица рисков

Стратегии статистика	Состояние природы				Средний риск
	Π_1	Π_2	…	Π_n	
A_1 A_2 … A_m	r_{11} r … r_{m1}	r_{12} r_{22} … r_{m2}	… … … … …	r_{1n} r_{2n} … r_{mn}	$\bar{r}_1$ $\bar{r}_2$ … $\bar{r}_m$
y_j	y_1	y_2	…	y_n	

Оптимальную стратегию статистика определяют, используя различные критерии. Так, при известном распределении вероятностей состояний Π_j природы пользуются критерием Байеса. Показателем этого критерия служит величина среднего выигрыша $\bar{a}_j$, либо величина среднего риска $\bar{r} = \min_i \sum_{j=1}^{n} r_{ij} y_j$.

В случае, когда вероятности состояний природы правдоподобны, для их оценки используют принцип недостаточного основания Лапласа, согласно которому все состояния природы полагаются равновероятными, то есть $y_1 = y_2 = \ldots = y_n = \frac{1}{n}$. Оптимальной считается стратегия, обеспечивающая максимум среднего выигрыша.

Если вероятности состояний природы неизвестны, то используют несколько критериев, в частности критерии Вальда и Сэвиджа. При использовании максиминного критерия Вальда за оптимальную принимается чистая стратегия, которая в наихудших условиях гарантирует максимальный выигрыш $\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$. При использовании критерия минимального риска Сэвиджа в качестве оптимальной стратегии выбирается та, при которой величины максимального риска минимизируется в наихудших условиях, то есть обеспечивается $\min_i \max_j r_{ij}$. Критерии Вальда и Сэвиджа ориентируют статистика на самые неблагоприятные состояния природы, то есть эти критерии выражают пессимистическую оценку ситуации. Поэтому часто используют критерий Гурвица, когда за оптимальную принимается стратегия, для которой выполняется соотношение:

$$\max_i(\lambda \min_j a_{ij} + (1-\lambda)\max_j a_{ij}, \quad 0 \le \lambda \le 1.$$

При $\lambda = 0$ - критерий крайнего оптимизма, а при $\lambda = 1$ - критерий пессимизма Вальда; при $0 < \lambda < 1$ - нечто среднее. При желании подстраховаться λ принимают близким к единице. В общем случае число λ выбирают исходя из опыта или субъективных соображений.

Решение статистической игры по рассмотренным критериям позволяет более обоснованно принимать ту стратегию, которая гарантирует статистику больший выигрыш по сравнению с выигрышем, принимаемым статистиком интуитивно или исходя из опыта. Конкретные примеры практических задач приводятся в [4…7].

Изучение раздела «Теория игр» дисциплины «Математическое моделирование» существенно способствует формированию ПК-1: способность исследовать экономические системы различного масштаба, уровня, сфер действия, форм собственности, теоретические и методологические принципы, методы и способы управления этими системами, а также институциональные и инфраструктурные аспекты развития экономических систем.

Библиографический список:

1. Гарькина И.А. Реализация компетентностного подхода при разработке рабочей программы по математике в техническом ВУЗе /И.А.Гарькина // Вестник КГУ. Серия. Педагогика.Психология. Социокинетика. – 2018. – №1. – С.95-98.
2. Титова Е.И. Формирование компетенций через решение задач математического моделирования у студентов направления технология транспортных процессов / Е.И.Титова //Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. - 2018. - Т. 24. - № 2. - С. 123-126.
3. Ячинова С.Н. Мотивация в формировании профессиональных качеств бакалавров по дисциплине «Моделирование и оптимизация процессов» / С.Н.Ячинова // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. - 2018. - № 1 (6). - С. 124-128.
4. Данилов А.М. Сложные системы: идентификация, синтез, управление / А.М.Данилов, И.А. Гарькина // - Пенза: ПГУАС. – 2011. - 308 с
5. Куимова Е.И. Оптимизационные задачи в экономике/Е.И.Куимова, С.Н.Ячинова, О.В.Снежкина // - Пенза: ПГУАС. - 2014. – 140 с.
6. Петросян Л. А. Теория игр / Л. А.Петросян , Н.А.Зенкевич , Е.В.Шевкопляс // - СПб.: БХВ-Петербург. - 2012. – 432 с.
7. Математическая теория игр и приложения / В.В. Мазалов // - Санкт-Петербург - Москва - Краснодар: Лань. - 2010. — 446 с.

Оригинальность 74%